

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA	5 OCT 2001 24/8608
NO. JUDUL	002986
NO. INV.	573/TA/ITS
NO. INDUK.	520002986001

TUGAS AKHIR

**APLIKASI ANALISIS NILAI PADA PERUMAHAN
GRIYA SAKA PERMAI TIPE 70 DI YOGYAKARTA**

DIAJUKAN KEPADA UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA UNTUK MEMENUHI
PERSYARATAN MEMPEROLEH DERAJAT SARJANA TEKNIK SIPIL



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh:

TAUFIK HIDAYAT

NO. MAHASISWA : 95 310 250
NIRM : 950051013114120247

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2001

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

APLIKASI ANALISIS NILAI PADA

PERUMAHAN GRIYA SAKA PERMAI TIPE 70

DI YOGYAKARTA

Disusun oleh :

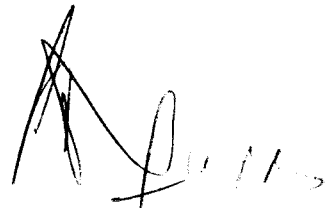
TAUFIK HIDAYAT

No. Mhs : 95 310 250
Nirm : 950051013114120247

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Tadjuddin BMA, MS

Dosen Pembimbing I



Tanggal :

Fitri Nugraheni, ST., MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 09/06/01

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT, salam dan salawat bagi Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya atas terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat guna menempuh jenjang strata satu jurusan Teknik Sipil dari Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta.

Penelitian tugas akhir ini dimaksudkan untuk memperoleh bekal atau wawasan tentang “Aplikasi Analisis Nilai Pada Perumahan Saka Permai Tipe 70 di Yogyakarta”, pelaksanaan pembangunan dan permasalahan yang timbul didalamnya, serta untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan praktis di lapangan sebagai syarat untuk memperoleh derajat sarjana teknik sipil dan bekal untuk mengamalkan ilmu dan pengetahuan penyusun pada saat terjun ke masyarakat. Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh penyusun saat melaksanakan penelitian, baik itu berupa wawancara, kuisisioner, maupun studi pustaka, pada proyek pembangunan perumahan Griya Saka Permai tipe 70 di Yogyakarta.

Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi siapa pun yang membutuhkannya dan semoga hal ini dinilai sebagai amal ibadah dan amal saleh dihadirat-Nya, Amin. Oleh karena itu dimohon agar pembaca lebih mencermati dengan seksama, dan dimohon keikhlasan pembaca untuk memberikan kritikan yang membangun.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Maret 2001
Penyusun,

**Taufik Hidayat &
Muhammad Syarof**
T. Sipil Mankon '95

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR RUMUS	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Metode Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Bahan Acuan Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1. Sejarah Analisis Nilai	10
3.2. Pengertian dan Dasar Pemikiran Analisis Nilai	12
3.3. Waktu Penerapan Analisis Nilai	14

3.4. Rencana Kerja Analisis Nilai	17
3.4.1. Tahap Informasi (<i>Information Phase</i>)	20
3.4.2. Tahap Kreatif (<i>Creative Phase</i>)	21
3.4.3. Tahap Penilaian/Analisis (<i>Judgement Phase</i>)	22
3.4.4. Tahap Pengembangan (<i>Development Phase</i>)	22
3.4.5. Tahap Rekomendasi/Presentasi (<i>Recommendation Phase</i>)	23
3.5. Analisis Fungsional	23
3.6. Pengertian Berfikir Kreatif	26
3.7. Analisis Keuntungan dan Kerugian (Untung-Rugi)	27
3.8. Analisis Tingkat Kelayakan	29
3.9. Analisis Matriks	32
3.10. Pengertian Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)	38
3.10.1. Konsep Nilai Waktu Uang (<i>Time Value of Money</i>)	40
3.10.2. Konsep <i>Present Value</i> (P.V)	41
3.10.3. Dasar-Dasar Perhitungan Nilai Sekarang (<i>Present Value</i>)	42
3.11. Penggunaan <i>Present Value</i> Pada Analisis Nilai Dalam Analisis Proyek	43
BAB IV RANGKA KUDA-KUDA DAN PENUTUP ATAP	45
4.1. Pengertian Atap	45
4.2. Rangka Atap (Kuda-kuda)	46
4.2.1. Baja Profil L (Siku Ganda)	46
4.2.2. Beton Bertulang	47
4.2.3. Kayu Kelapa (Glugu)	48
4.2.4. Bambu Petung	49
4.2.5. Gunungan (Pasangan Batu Bata Merah)	50
4.3. Penutup Atap	52
4.3.1. Atap Sirap	52
4.3.2. Seng Bergelombang	53
4.3.3. Asbes Bergelombang	54
4.3.4. Atap Bambu	55
4.3.5. Genteng Biasa (Tanah Liat)	56

BAB V APLIKASI ANALISIS NILAI PADA PEKERJAAN ATAP	58
5.1. Latar Belakang Proyek	58
5.2. Tahapan Informasi (<i>Information Phase</i>)	59
5.3. Tahap Kreatif (<i>Creative Phase</i>)	63
5.4. Tahap Penilaian/Analisis (<i>Judgement Phase</i>)	64
5.4.1. Tahap Analisis Untung Rugi	64
5.4.2. Tahap Analisis Tingkat Kelayakan	67
5.4.3. Tahap Analisis Matriks	68
5.4.3.1. Penentuan Kriteria	68
5.4.3.2. Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data	70
5.5. Tahap Pengembangan (<i>Development Phase</i>)	76
5.5.1. Perhitungan Konstruksi	77
5.5.2. Perhitungan Rasio (Ratio)	79
5.5.3. Biaya Pemeliharaan	83
5.5.4. Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)	84
5.6. Tahap Presentasi/Rekomendasi (<i>Recommendation Phase</i>)	86
BAB VI : PEMBAHASAN	91
6.1. Analisis Keuntungan-Kerugian (Untung-Rugi)	91
6.2. Analisis Tingkat Kelayakan	98
6.3. Analisis Matriks	102
6.4. Siklus Hidup	107
BAB VII : KESIMPULAN DAN SARAN	110
7.1. Kesimpulan	110
7.2. Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

TERIMA KASIH TAUFIK KEPADA :

1. Allah SWT atas segala Rahmat, Karunia, Taufik, Hidayah, dan Inayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarganya.
3. H. Moch. Nadjib, BE. dan Hj. Sri Sulasmiati, ayahanda dan ibunda gue, atas segala kasih sayang, perhatian, dan dukungannya.
4. Rully "Oelyl" Kusdhanir, yayang alias kekasih gue, atas cinta, kasih, sayang, pengertian, doa, dan dorongan morilnya.
5. Arry, Ifan, Reza, Kiki, dan Sheila, adik-adik gue tercinta.
6. Adik ipar gue, Pipit beserta ponakan gue yang lagi lucu-lucunya, Hanna.
7. Muh. Syarof, teman TA seperjuangan gue.
8. Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, dosen pembimbing I tugas akhir sekaligus PD III FTSP VII.
9. Fitri Nugraheni, ST. MT., dosen pembimbing II tugas akhir.
10. Ir. Bambang Sulistiono, MSCE., selaku dosen penguji tugas akhir ini.
11. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan VII.
12. Pak Edy, Pak Drajat, Pak Balya, Pak Marzuko, Pak Bachnas, Pak Wing, atas saran-saran dan partisipasinya dalam mengisi kuisioner.
13. Mas Arif dan Mas Hendra, pimro perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta, thank's banyak.
14. Om Agus, Om Yono, Tante Beng, famili lainnya di Madura, Mas Kodir, Mas Nur, dan keluarga di Yogyakarta.
15. Eko "Kirun", Decca "Babe", Bowo "Simbah", Dhani "Krucil", Fajar "Kiki", Panji, Windu, dan teman-teman kos Abenk lainnya, plus Bang Banon beserta anak 'n bojonya "Mbak Pur", atas segala dukungan moril dan kekompakannya sewaktu di Yogya.
16. Sofa "Unair", Ayu "Bank Jatim", Nanang "ITS", Ina Tribuana "Unair", Nevia "ITB", Kiki "UGM", Wulan 'n Husband, Siska "UGM", Didek "UGM", Siska "ITS", Intan "As. Kajur T. Sipil", Rosida "Sipil'96", dll atas dorongan semangat dan do'anya.
17. Komputer Aspire dan printer Epson penyusun yang selalu setia dan siap membantu penyusun menyelesaikan laporan ini baik suka dan duka.
18. Pak Prof Fahmi, atas bantuan ngitung Microfeap-nya. Thanx's alot.
19. Teman-teman T. Sipil jurusan mankon 'n jurusan lain angk. 95.
20. Pak Agus 'n kru kantinnya, dan pihak-pihak lain yang membantu terselesaikannya laporan ini.

DAFTAR TABEL

NO TABEL	JUDUL TABEL	HAL
3.1	Skala Banding Secara Berpasangan	34
3.2	Matriks Perbandingan Berpasangan	35
3.3	<i>Index Random Value</i>	38
5.1	Data Proyek	60
5.2	Tahap Informasi Pembangunan Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Atap	61
5.3.1	Ide-ide Alternatif Rangka Atap (Kuda-kuda)	63
5.3.2	Ide-ide Alternatif Penutup Atap	63
5.4.1	Analisis Untung-Rugi Kuda-kuda	65
5.4.2	Analisis Untung-Rugi Penutup Atap	66
5.5.1	Analisis Tingkat Kelayakan Kuda-kuda	67
5.5.2	Analisis Tingkat Kelayakan Penutup Atap	68
5.6	Penilaian Bobot Pekerjaan Atap Dengan PHA	72
5.7.1	Analisis Matriks Kuda-kuda	74
5.7.2	Analisis Matriks Penutup Atap	75
5.8.1	Spesifikasi Kuda-kuda Gunungan	77
5.8.2	Spesifikasi Kuda-kuda Kayu Glugu	78
5.9	Spesifikasi Penutup Atap Genteng Biasa Asbes Bergelombang	78
5.10.1	Spesifikasi Kuda-kuda Kayu Bangkirai	
5.10.2	Spesifikasi Penutup Atap Genteng Beton Berwarna	79
5.11.1	Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi I dengan Rangka Kuda-kuda Gunungan dan Penutup Atap Genteng Liat	79 81
5.11.2	Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi II dengan Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu dan Penutup Atap Genteng Tanah Liat	81
5.11.3	Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi III dengan Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu dan Penutup Atap Asbes Bergelombang	82
5.11.4	Analisis Fungsi Pekerjaan Atap dengan Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu dan Penutup Atap Asbes Bergelombang	82
5.12	Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang (<i>Present Worth, PW</i>) Harga Rangka Kuda-kuda dan Penutup Atap Keseluruhan dan Penghematan (<i>Initial Cost, IC</i>)	84 85
5.14	Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda (<i>Annual Cost, AC</i>)	85
6.1	Hasil Analisis Untung-Rugi	96
6.2	Hasil Analisis Tingkat Kelayakan	101
6.3	Hasil Analisis Matriks	106
7.1	Kesimpulan Penghematan	111

DAFTAR GAMBAR

NO GAMBAR	JUDUL GAMBAR	HAL
3.1	Potensi Penghematan oleh Analisis Nilai	14
3.2	Skema Rencana Kerja Analisis Nilai	19
3.3	Skema Aturan Dasar Diagram FAST	25
3.4	Matriks Perbandingan Berpasangan, Matriks I, dan Vektor Prioritas (<i>Eigen Value</i>)	36
3.5	Biaya Siklus Hidup	39
3.6	PV Dari Rp. 100,00 Untuk 5 Tahun Mendatang	43
5.1	Diagram FAST Pekerjaan Atap Proyek	62

DAFTAR RUMUS

NO RUMUS	JUDUL RUMUS	HAL
3.1	Matriks I	37
3.2	Vektor Prioritas (VP)	37
3.3	Matriks II	37
3.4	Matriks Nilai Prioritas (MNP)	37
3.5	Nilai Vektor Maksimum (λ)	37
3.6	Nilai Indeks Konsisten (CI)	37
3.7	Nilai Ratio Konsisten (CR)	37
3.8	Perhitungan Nilai Sekarang (<i>Present Value, PV</i>)	42
3.9	Faktor Cicilan Modal (CRF, <i>Capital Recovery Faktor</i>)	42
5.1	Perhitungan Ratio (R)	79

DAFTAR LAMPIRAN

NO	KETERANGAN
1.	Kartu Peserta
2.	Lembar Kolsultasi
3.	Daftar Hadir Peserta Seminar Tugas Akhir
4.	Lampiran 1 = Denah Lokasi Proyek
5.	Lampiran 2 = Gambar Rumah [T. Muka & T. Belakang]
6.	Lampiran 3 = Gambar Rumah [T. Kiri & T. Kanan]
7.	Lampiran 4 = Gambar Rumah [T. Atas]
8.	Lampiran 5 = Rencana Atap
	5.a. = Rencana Atap Kuda-kuda Terpakai [Bangkirai]
	5.b. = Rencana Atap Kuda-kuda Alternatif I [Gunungan]
	5.c. = Rencana Atap Kuda-kuda Alternatif II [Glugu]
9.	Lampiran 6 = Bentuk Kuda-kuda
	6.a. = Bentuk Kuda-kuda Terpakai
	6.b. = Bentuk Kuda-kuda Alternatif I
	6.c. = Bentuk Kuda-kuda Alternatif II
10.	Lampiran 7 = Perhitungan Dimensi Kuda-kuda Alternatif
	7.a. = Perhitungan Dimensi Kuda-kuda Alternatif I
	7.b. = Perhitungan Dimensi Kuda-kuda Alternatif II
11.	Lampiran 8 = Perhitungan RAB Pekerjaan Atap
	8.a. = Penutup Atap Terpakai [Genteng Beton]
	8.a.1. = Penutup Atap Alternatif I [Genteng Tanah Liat Sokka]
	8.a.2. = Penutup Atap Alternatif II [Asbes Bergelombang]
	8.b. = Kuda-kuda Terpakai [KayuBangkirai]
	8.b.1. = Kuda-kuda Alternatif I [Gunungan]
	8.b.2. = Kuda-kuda Alternatif II [Kayu Glugu]
12.	Lampiran 9 = Analisis Hasil Kuisisioner
	9.a. = Kuda-kuda
	9.b. = Penutup Atap
13.	Lampiran 10 = Perhitungan Urutan Parameter-parameter Berdasarkan Kuisisioner

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini dipersembahkan untuk keluarga yang baik-baik yang sama-sama menderita dan orang-orang yang menderita, kami yang telah tuba dan terus menderita dan masih sayang dan do'a yang tiada putus-putusnya kepada penyusun. Semoga Allah SWT berkehendak memberikan Rahmat, Taqat, Hidayah dan Iman-Nya bagi kita semua. Amin.

*Pada malam saat malam yang You juga
Orang, telah mengembara dan ketika pada itu
Nasib telah mengembara, ketika telah ke dalam
Mendaki pada malam, apa pun
Mendaki ke gunung pada yang lain
Ketika ia pada, ketika telah dan mengembara
Kemungkinan telah, di mana saja orang, mendaki ke
Kau bisa akan ada saat bersama
Karna tak ada ada tak kemungkinannya mendaki ke atas
Karna ia pun telah mengembara dan mendaki*

*Jika telah mengembara dengan kebakti di dunia
Jika telah mengembara dengan kebakti, dan kemudiannya ia yang mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki
Jika telah mengembara dengan kebakti mendaki mendaki mendaki*

[Puisi tentang "Damar" dan "Wajah Sang Kelain"]

ABSTRAKSI

Dalam proyek pembangunan perumahan Griya Saka Permai tipe 70 di Yogyakarta, obyek yang ditinjau adalah pekerjaan atap dengan item kuda-kuda dan penutup atap. Bahan desain pekerjaan atap awal adalah kayu bangkirai sebagai kuda-kudanya dan genteng beton berwarna sebagai penutup atapnya. Pembangunan tersebut membutuhkan dana yang cukup besar. Untuk memperoleh penghematan dana pembangunan maka digunakan metode analisis nilai (V.A).

Analisis ini melakukan pengumpulan data proyek, pengajuan ide-ide alternatif yakni dengan mengajukan lima alternatif untuk masing-masing item yang dianalisis. Alternatif ide-ide tersebut dianalisis dengan dua tahapan analisis yaitu analisis keuntungan dan kerugian serta analisis tingkat kelayakan sebagai tahap pertama penilaian, kemudian dilanjutkan dengan analisis matriks sebagai tahap kedua penilaian. Lalu dilanjutkan ke tahapan perhitungan konstruksi, rasio, biaya pemeliharaan, serta penghematan keseluruhan/inisial (IC) dan penghematan tahunan (AC) selama umur konstruksi tersebut.

Dari hasil penilaian yang dilakukan peneliti maka diperoleh hasil gunung dan kayu glugu sebagai pemenang pertama dan kedua item pekerjaan kuda-kuda, serta genteng tanah liat dan asbes bergelombang sebagai pemenang pertama dan kedua item pekerjaan penutup atap. Lalu masing-masing pemenang alternatif kesatu dan kedua tiap-tiap item saling dikombinasikan. Atap genteng tanah liat dengan kuda-kuda gunung (kombinasi I), atap genteng tanah liat dengan kuda-kuda glugu (kombinasi II), atap asbes bergelombang dengan kuda-kuda gunung (kombinasi III) serta atap asbes bergelombang dengan kuda-kuda glugu (kombinasi IV).

Setelah dilakukan pengkombinasian antar pemenang alternatif tersebut maka diperoleh penghematan biaya inisial (*initial*, IC) sebesar Rp. 1.677.272,00 untuk pekerjaan atap kombinasi I, Rp. 1.646.647,00 untuk kombinasi II, Rp. 1.423.933,00 untuk kombinasi III, dan Rp. 1.393.308,00 untuk kombinasi IV. Sedangkan diperoleh penghematan tahunan (*annual*, AC) sebesar Rp. 334.473,98 untuk kombinasi I, Rp. 295.282,44 untuk kombinasi II, Rp. 254.736,29 untuk kombinasi III, dan Rp. 215.544,75 untuk kombinasi IV. Kedua jenis penghematan tersebut didapat tanpa mengorbankan mutu desain yang telah direncanakan (asli). Sehingga pemenang kombinasi I dijadikan sebagai alternatif I pekerjaan atap dan pemenang kombinasi II dijadikan sebagai alternatif II pekerjaan atap (cadangan apabila ide alternatif I ditolak *owner*).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Indonesia pada saat ini merupakan suatu negara miskin yang sedang berusaha keras untuk membayar hutang-hutangnya, baik kepada IMF maupun negara-negara donor. Padahal sebelumnya Indonesia dikategorikan sebagai negara yang sedang berkembang. Adanya krisis ekonomi yang sedang melanda Indonesia selama kurun waktu 3 tahun terakhir secara tidak langsung telah menyebabkan keterpurukan bagi seluruh sektor perekonomian dan pembangunan, tak terkecuali sektor konstruksi perumahan. Usaha pelaksanaan pembangunan tersebut membutuhkan dana yang besar sedangkan dana yang tersedia pada saat ini sangatlah terbatas.

Dalam usaha mengelola dana yang terbatas tersebut maka diperlukan suatu usaha untuk mencapai efisiensi penggunaan dana. Penyediaan bahan bangunan untuk pembangunan mengalami keterbatasan sedangkan kebutuhan masyarakat semakin meningkat, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Hal tersebut dilatarbelakangi oleh perkembangan jumlah penduduk yang semakin meningkat dengan pesat, kenaikan suku bunga yang cukup tinggi, meningkatnya inflasi, dan terbatasnya biaya pembangunan yang diakibatkan oleh krisis ekonomi dan

moneter yang sedang melanda Indonesia.

Dampak dari pertumbuhan penduduk, krisis moneter dan ekonomi tersebut menjadi faktor pemicu bagi para *developer* (kontraktor) untuk mencari ide-ide kreatif (alternatif) pemilihan bahan bangunan agar dapat menciptakan efisiensi dan penghematan, baik sumber daya manusia (sdm), sumber daya alam (sda) maupun dana pembangunan, dengan jalan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu. Untuk itu perlu diadakan suatu langkah-langkah penghematan dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi. Salah satu cara atau metode penghematan pembangunan konstruksi yang sedang dikembangkan dan digunakan di Indonesia disamping metode rekayasa nilai (V.E., *value engineering*) adalah menerapkan metode analisis nilai (V.A., *value analysis*) dalam setiap pembangunan, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan bahan bangunan sektor konstruksi perumahan.

Oleh karena itu, penulis pada penelitian tugas akhir ini menerapkan metode analisis nilai karena desain akhir bangunan telah selesai dibuat. Penelitian tersebut terfokus pada pekerjaan atap perumahan Griya Saka Permai tipe 70 yang meliputi pekerjaan rangka atap (kuda-kuda) dan penutup atap. Hal tersebut bertujuan agar memperoleh model/macam bahan bangunan kuda-kuda dan penutup atap alternatif yang aman, nyaman, dan ekonomis supaya terwujud efisiensi dan penghematan bagi pelaksanaan pembangunan konstruksi berikutnya.

1.2. Perumusan Masalah Penelitian

Analisis nilai perlu diterapkan dalam setiap produk yang sedang dibangun dan menganalisis untuk mengetahui apabila ada bagian yang dapat diperbaiki. Sehingga untuk dapat menghasilkan efisiensi dan penghematan pada suatu produk/item/bangunan maka perlu dilakukan studi analisis nilai agar dapat menganalisis, memperbaiki, dan mengganti item yang ada dengan item yang lain (alternatif).

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian tersebut dilaksanakan untuk menganalisis manfaat studi analisis nilai dan memperoleh suatu produk bahan bangunan rangka dan penutup atap yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan tanpa harus mengabaikan mutu, keamanan, kenyamanan, keandalan, dan *performance* (manfaat/keuntungan) dari ide-ide alternatif bahan bangunan yang akan dipakai tersebut. Metode ini dapat menghasilkan ide-ide alternatif model bahan bangunan yang sesuai dengan konsep pembangunan bangunan teknik sipil, khususnya pada pekerjaan atap perumahan, sehingga dapat terwujud efisiensi dan penghematan dalam pelaksanaan pembangunan perumahan.

1.4. Batasan Masalah Penelitian

Pembatasan masalah dalam penelitian tugas akhir dibatasi oleh ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

1. Penelitian ini merupakan studi kasus pada perumahan Griya Saka Permai tipe 70 di Yogyakarta.

2. Metode yang digunakan adalah analisis nilai (*V.A., value analysis*).
3. Atap rumah yang diteliti berbentuk pelana.
4. Obyek studi pekerjaan atap yang dibahas hanya penutup atap dan rangka atap (kuda-kuda).
5. Bahan bangunan asli untuk penutup atap adalah genteng beton (berwarna), sedangkan untuk kuda-kuda adalah kayu Kalimantan (bangkirai).
6. Mengenai hal-hal teknis lainnya, seperti pemesanan, pengangkutan, penyimpanan, penyambungan, dan pemasangan bahan-bahan bangunan alternatif untuk pekerjaan atap tidak dibahas secara rinci dan detail, hanya hal-hal penting dan pokok saja, karena bukan merupakan fokus utama dari penelitian tugas akhir ini.
7. Analisis harga satuan bahan dan tenaga menyesuaikan dengan harga satuan setempat.
8. Persyaratan dan batasan dari pemilik (*owner*) terhadap bentuk dan bahan bangunan rangka dan penutup atap alternatif bebas, tetapi tidak boleh mengubah atau revisi terhadap desain yang sudah ada (*redesign*).
9. Selama masa penelitian langsung di lapangan, tidak terjadi kenaikan harga bahan bangunan.
10. Bahan-bahan bangunan alternatif yang dipilih adalah :
 - a. Penutup atap, yaitu :
 - 1). Sirap
 - 2). Seng bergelombang
 - 3). Asbes bergelombang

- 4). Genteng tanah liat (biasa, merek soka)
- 5). Bambu petung

b. Rangka atap, yaitu :

- 1). Baja profil L (siku ganda)
 - 2). Gunungan (pasangan batu bata merah)
 - 3). Beton cor ditempat (bertulang)
 - 4). Kayu kelapa (glugu)
 - 5). Bambu petung
11. Studi ini tidak dimaksudkan untuk melakukan *revisi* atau pengkajian ulang terhadap desain awal (asli) yang sudah ada (Tadjuddin BMA, 1998).
12. Perhitungan konstruksi menggunakan *software* Microfeap dan untuk perhitungan dimensi dilakukan secara coba-coba, dimana hal tersebut bukan merupakan fokus utama penelitian tugas akhir ini.
13. Perhitungan konstruksi hanya difokuskan terhadap beban mati, beban hidup (termasuk beban air hujan), dan beban angin (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983).

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian tersebut dapat bermanfaat untuk :

1. Menghasilkan bahan bangunan penutup dan rangka atap yang optimal serta memberikan beberapa masukan kepada pemilik modal (*owner*) tentang ide-ide alternatif bahan bangunan yang dapat dipergunakan pada pekerjaan atap dalam rangka pemenuhan fungsi, efisiensi dan penghematan biaya.

2. Bagi mahasiswa agar dapat memperoleh manfaat tentang aplikasi studi analisis nilai secara mendalam sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman penyusunan tugas mata kuliah, penelitian tugas akhir, maupun pada saat terjun di masyarakat (bekerja).

1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan cara studi kasus pada perumahan Griya Saka Permai yang berlokasi di Yogyakarta dengan menggunakan metode lima (5) tahapan/rencana kerja yang umum digunakan pada studi analisis nilai (Tadjuddin BMA, 1998), yaitu :

a. Tahap Informasi (*Information Phase*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghimpun informasi dan pengetahuan sebanyak mungkin yang berhubungan dengan proyek yang akan direncanakan. Kualitas dan kesempurnaan informasi yang disediakan oleh pemilik dan perencana terhadap latar belakang proyek yang secara langsung mempengaruhi kualitas studi tim analisis nilai.

b. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Bertujuan untuk memotivasi orang untuk berfikir dan membangkitkan segala alternatif untuk memenuhi fungsi utama. Kreatifitas seseorang atau tim sangat berperan dalam mendapatkan alternatif-alternatif yang dibutuhkan.

c. Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

Tujuannya untuk mengevaluasi semua alternatif dari tahap sebelumnya

(tahap kreatif). Evaluasi dilaksanakan untuk menentukan pilihan terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang mempunyai potensi besar untuk penghematan. Masing tahap diuraikan secara rinci sebagai berikut, yaitu :

- (1). Analisis Keuntungan dan Kerugian (Untung-Rugi)
- (2). Analisis Tingkat Kelayakan
- (3). Analisis Matriks

d. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Tujuannya adalah untuk menyiapkan saran-saran dan rekomendasi tertulis untuk alternatif yang tertulis. Alternatif terbaik (rangking I dan II) yang terpilih dari masing-masing pokok masalah dievaluasi berdasarkan faktor ekonomi dan teknis.

e. Tahap Rekomendasi/Presentasi (*Recommendation Phase*)

Merupakan tahap untuk melaporkan/mempresentasikan secara lengkap hasil studi analisis nilai, merekomendasikan alternatif yang dipilih dengan segala keuntungannya. Tahap ini merupakan tahap akhir yang sangat menentukan apakah penelitian studi analisis nilai ini berhasil atau gagal. Data-data yang akan dikumpulkan menyangkut hal-hal berikut, diantaranya adalah:

- (1). Desain pekerjaan atap terpakai serta alternatif I dan II.
- (2). Biaya (*cost model*) pekerjaan atap terpakai serta alternatif I dan II.
- (3). Perhitungan konstruksi (pembebanan dan dimensi batang).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Analisis nilai adalah uraian kajian dari suatu proyek atau produk yang telah ada atau telah didesain dan menganalisis produk tersebut untuk melihat jika proyek tersebut dapat ditingkatkan. Menurut L.D. Miles (1972), analisis nilai atau *value analysis* adalah sistem pemecahan masalah yang diterapkan dengan menggunakan seperangkat teknik yang khusus, ilmu pengetahuan, dan keahlian.

Meskipun banyak orang berbicara tentang kajian-kajian V.E (*value engineering*, rekayasa nilai) pada fase/tahap konstruksi dari suatu proyek, seharusnya kajian ini disebut dengan “Kajian Analisis Nilai” (Humphreys, 1991). SAVE (*Society of American Value Engineers*) mengartikannya sebagai usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis).

2.2. Bahan Acuan Penelitian

Beberapa studi kasus yang dapat diajukan sebagai bahan acuan dalam menganalisis suatu proyek dengan metode V.A. (*value analysis*, analisis nilai)

diantaranya adalah :

1. Penelitian Yoeno dan G. Gunadi T.K. (1990)

Penelitian tersebut mengambil topik tentang V.A. pada pekerjaan atap dengan judul "Penerapan Analisis Nilai Pada Proyek Bank Dagang Negara Cabang Semarang (Kasus Desain Atap)". Kesimpulan yang didapat dari studi tersebut adalah terjadi penghematan rata-rata sebesar 31,5% dari biaya awal.

2. Benny Prastowo dan M. Arif Harianto K. (1997)

Topik yang diambil oleh kedua peneliti tersebut adalah tentang analisis nilai yang diterapkan pekerjaan pada pondasi gedung, dengan judul "Analisis Nilai Pada Gedung Rektorat Universitas Muhamaddiyah Yogyakarta di Yogyakarta". Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah terjadi penghematan sebesar Rp. 21.973.226,78 dari biaya awal.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Sejarah Rekayasa Nilai

Setelah perang dunia kedua (PD II) usai, beberapa pakar dari salah satu perusahaan *General Electric* (G.E) di Amerika Serikat berusaha mengatasi keterbatasan bahan material untuk proses produksi pada perusahaan tersebut yang disebabkan oleh PD II. Keterbatasan material tersebut sangat mempengaruhi kenaikan biaya produksi sehingga diupayakan penurunan biaya produksi dengan material yang ada dengan penggantinya.

Seorang insinyur elektronika perusahaan tersebut, Lawrence D. Miles (1947), memilih mengembangkan suatu teknik melalui substitusi material atau penggantian bahan. Teknik ini dikembangkan pada proses manufaktur atau desain, dimana hasilnya terbukti bisa mereduksi biaya dalam jumlah besar. Teknik ini pada awalnya dikonsentrasikan pada pendekatan fungsional sehingga menghasilkan hasil produksi yang lebih dramatis.

Setelah beberapa tahun kemudian dikembangkan dengan pendekatan keilmuan sehingga pada tahun 1952 diperkenalkan dalam lingkungan pelatihan secara formal serta pada suatu seminar. Teknik ini menurut Heller, D. dikenal dengan nama V.A. (*value analysis*). Ketertarikan pada *value analysis* tumbuh beberapa

kan teori teknik tersebut, pada tahun 1954, Departemen Pertahanan Amerika Serikat mengembangkan program ini yang kemudian menjadi metode rekayasa nilai (*value engineering method*).

Setelah beberapa tahun kemudian dikembangkan dengan pendekatan keilmuan sehingga pada tahun 1952 diperkenalkan dalam lingkungan pelatihan secara formal serta pada suatu seminar. Teknik ini menurut Heller, D. dikenal dengan nama *V.A. (value analysis)*. Ketertarikan pada *value analysis* tumbuh beberapa tahun kemudian, terbukti dengan munculnya artikel-artikel dalam jurnal perdagangan. Beberapa perusahaan mulai menggunakan teknik tersebut. Pada tahun 1965, Biro Reklamasi Amerika Serikat mulai mempergunakan metode rekayasa nilai pada tahap konstruksi dari proses perencanaannya. Ini merupakan saat awal dari penerapan rekayasa nilai maupun analisis nilai pada bidang konstruksi yang terus berlanjut sampai sekarang.

Karena analisis nilai maupun rekayasa nilai termasuk baru diterapkan di Indonesia (1986) maka diambil keputusan-keputusan sebagai pematapan pelaksanaan analisis nilai dengan terbitnya surat keputusan (SK) Dirjen Bina Marga no.72/KPTS/Db/1987 tanggal 13 Desember 1987, yaitu dengan adanya tentang pembentukan "Tim Analisis Nilai Direktur Jendral Bina Marga (TAN-DJBM)". Pematapan dalam bidang perizinan bagi pelaksanaan dan penerapan analisis nilai dapat dilakukan dengan permintaan Menteri Pekerjaan Umum kepada Menteri Keuangan dengan surat no. PR. 05.02-MN/1002/tanggal 19 Desember 1987. Dengan adanya berbagai pematapan ini maka analisis nilai diharapkan akan dapat berkembang dengan baik di Indonesia.

3.2. Pengertian dan Dasar Pemikiran Analisis Nilai

Analisis nilai (*value analysis*) adalah studi nilai dari produk yang sedang dibangun dan menganalisis untuk mengetahui apabila ada bagian yang dapat diperbaiki. Analisis nilai merupakan suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis dan terorganisasi dengan menggunakan analisis fungsi pada suatu produk untuk mencapai keseimbangan antara fungsional terbaik antara fungsi utama dengan biaya (*cost*), keandalan (*reability*), mutu (*quality*), dan hasil guna (penampilan, *performance*) dari suatu sistem/produk. Biasanya, studi analisis nilai diterapkan jika desain akhir sudah selesai dibuat (pada masa pelelangan, pelaksanaan konstruksi, pemeliharaan, maupun penggantian). Sedangkan pada studi rekayasa nilai, dapat diterapkan mulai dari awal konsep biaya dan perencanaan awal (desain belum jadi) hingga masa pelelangan.

Hal yang mendasari perlunya analisis nilai adalah bahwa disetiap kegiatan konstruksi selalu terdapat biaya-biaya yang tidak perlu pada pelaksanaan proyek. Sehingga dengan menggunakan metode analisis nilai diharapkan dapat menghilangkan biaya-biaya tersebut agar diperoleh hasil yang optimal, efisien, dan hemat. Biaya-biaya tersebut tidak terlihat atau disadari oleh pemilik, perencana maupun pelaksana kegiatan tersebut. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya biaya-biaya yang tidak perlu tersebut adalah :

1. Sempitnya waktu yang disediakan *owner* untuk proses perencanaan.
2. Kekurangan dan kesenjangan informasi.
3. Kekurangan kreatifitas dalam mengembangkan gagasan-gagasan baru.
4. Kurang tepatnya konsepsi/pemikiran tentang proyek.

5. Kebiasaan kurang tanggap terhadap perubahan atau pengembangan.
6. Kebijakan-kebijaksanaan dari pelaku birokrasi dan keadaan politik.
7. Keengganan mendapat saran.

Untuk jelasnya, agar tidak menimbulkan pengertian yang berbeda terhadap perencana dan kontraktor, maka beberapa batasan mengenai pengertian analisis nilai adalah sebagai berikut :

1. Berorientasi pada sistem
2. Pendekatan tim multidisiplin
3. Berorientasi pada siklus hidup
4. Teknik manajemen yang teruji
5. Berorientasi pada fungsi

Ada anggapan bahwa studi analisis nilai hanya untuk mengkritik proyek yang di desain tanpa disertai prinsip-prinsip analisis nilai. Namun anggapan tersebut kurang tepat karena analisis nilai bukanlah :

1. Peninjauan desain ulang (*design review*)

Studi ini tidak ditujukan untuk mengoreksi kelalaian yang dilakukan pada saat desain dan tidak juga untuk meninjau ulang perhitungan desain yang dibuat oleh perencana.

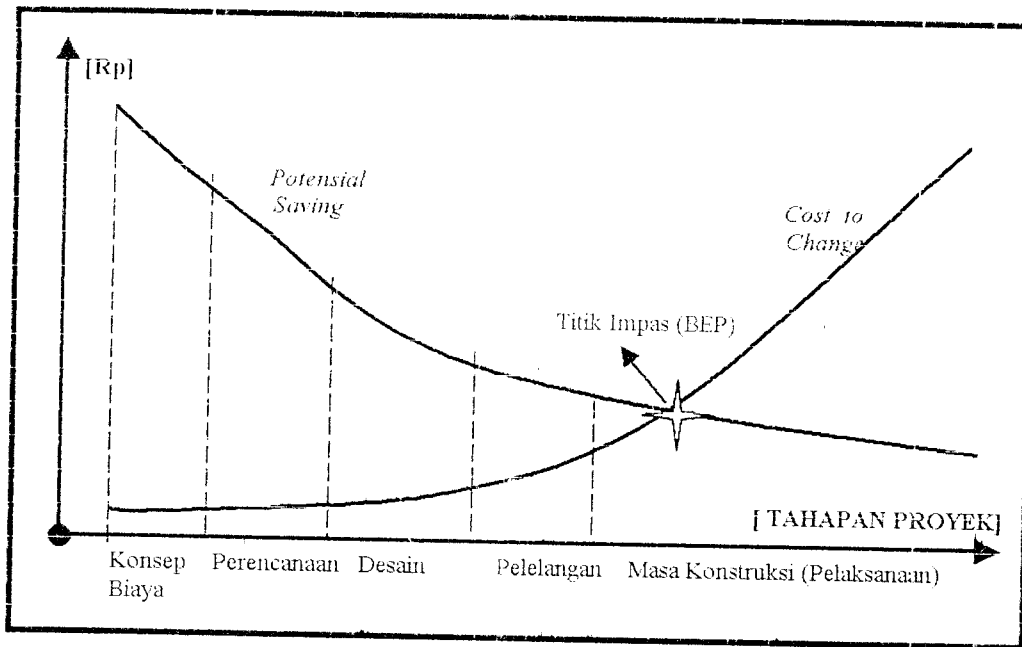
2. Proses pemotongan biaya (*cost-cutting process*)

Studi ini bertujuan tidak untuk memotong biaya dengan mengorbankan *performance* (manfaat/keuntungan) yang dibutuhkan.

3. Syarat yang harus ada pada setiap desain

Studi ini bukanlah merupakan bagian dari setiap pengulangan yang dijadwalkan oleh perencana.

3.3. Waktu Penerapan Analisis Nilai



Gambar 3.1. Potensi Penghematan oleh Analisis Nilai

Menurut Tadjuddin BMA (1998), gambaran tentang penghematan selama berlangsungnya proyek dapat dilihat pada gambar 3.1. Waktu penerapan analisis nilai (V.A) serupa dengan rekayasa nilai (V.E). Secara teoritis, studi analisis nilai dapat diterapkan jika desain akhir sudah selesai dibuat (pada masa pelelangan, pelaksanaan konstruksi, pemeliharaan, maupun penggantian). Sedangkan pada studi rekayasa nilai, dapat diterapkan mulai dari awal konsep biaya dan perencanaan (desain awal/belum jadi) hingga masa pelelangan (tender).

Secara umum waktu pelaksanaan studi rekayasa nilai dan analisis nilai dibagi dalam 3 tahapan, yaitu :

1. Tahap Konsep Biaya dan Perencanaan

Rekayasa nilai lebih praktis jika diterapkan pada tahap ini karena mempunyai fleksibilitas untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk desain kembali. Dengan berkembangnya proses perencanaan biaya, sehingga perubahan-perubahan akan bertambah yang akhirnya akan mencapai suatu titik keseimbangan dimana penghematan tidak dapat dicapai. Pada gambar diatas dapat dilihat dimana penghematan yang potensial dihabiskan oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru, pemesanan kembali, dan pembuatan jadwal baru. Studi telah membuktikan bahwa perencanaan mempunyai pengaruh yang besar pada biaya proyek.

2. Tahap Perencanaan Akhir (Desain)

Rekayasa nilai perlu menyertai kemajuan-kemajuan pekerjaan perencanaan dalam tahap desain, yaitu mulai dari konsep, program, skematik, pengembangan sampai desain akhir. Hal ini berguna untuk memberikan pengarahan kepada perencana dan menjamin pertimbangan dari segi nilai atau biaya untuk mendapatkan perhatian didalam mengambil keputusan.

3. Tahap Pelelangan dan Pelaksanaan

Pada tahap ini, aplikasi analisis nilai dapat dilaksanakan apabila :

- a. Satu bagian atau sistem telah diteliti oleh tim pada tahap sebelumnya dan memerlukan penelitian lebih lanjut sebelum diputuskan. Meskipun terjadi keterlambatan akibat penelitian tersebut, kemungkinan akan meng-

- untungkan untuk diteruskan apabila penghematan yang dihasilkan sangat besar.
- b. Pada tahap perencanaan belum pernah diadakan studi rekayasa nilai, maka aplikasi analisis nilai pada tahap ini akan memberikan penghematan yang potensial.
 - c. Setelah tahap pelelangan, kontraktor merasa perlu meneliti suatu bidang pekerjaan berdasarkan pengalaman, dimana pekerjaan tersebut masih bisa menurunkan biaya pelaksanaan tanpa harus mengorbankan kualitasnya.

Dari gambaran tersebut dapat disimpulkan bahwa pada awal tahap konsep biaya terdapat potensi penghematan terbesar. Hal itu hanya dapat diwujudkan dengan menerapkan studi rekayasa nilai. Jika desain akhir telah selesai maka perlu diterapkan studi analisis nilai agar terjadi penghematan namun tidak begitu signifikan. Selain itu, penerapan analisis nilai bisa dilaksanakan selama berlangsungnya proyek dari awal (setelah desain selesai) hingga menjelang pekerjaan yang ditinjau pada proyek tersebut selesai. Bahkan analisis nilai dapat juga diterapkan pada saat penggantian (*replacement*) setelah umur konstruksi tercapai. Misalnya pada pekerjaan pemancangan pondasi tiang pancang di daerah pedalaman hutan Kalimantan. Karena jarak pabrik jauh dan membutuhkan waktu perjalanan lama untuk sampai ke lokasi proyek serta adanya desakan *owner* agar pekerjaan itu cepat terselesaikan maka kontraktor dapat menerapkan studi analisis nilai dengan jalan mengganti pondasi tiang pancang dengan pondasi *bored pile*.

Namun dalam memulai suatu pekerjaan, penerapan analisis nilai harus dilihat saat yang paling tepat dan berpotensi mempunyai hasil yang maksimal agar tercipta efisiensi dan penghematan. Dari gambar 3.1. tersebut terlihat garis potensi penghematan (*potensial saving*) akan semakin turun, dimana dengan berkembangnya proses proyek tersebut biaya-biaya yang ada (*cost to change*) akan semakin naik. Sedangkan potensi penghematan habis ditelan oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru dan pelaksanaan proyek tersebut.

3.4. Rencana Kerja Analisis Nilai

Setelah menyeleksi obyek yang diperkirakan memiliki potensi biaya tinggi dalam studi ini maka diterapkan rencana kerja analisis nilai. Terdapat beberapa pendapat terhadap kerja yang dilakukan dalam penerapan analisis nilai.

Pendapat-pendapat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menurut E.P.A (*Environmental Protection Agency*); ada 6, yaitu :

- a) *Information Phase*
- b) *Creative Phase*
- c) *Analytical Phase*
- d) *Investigation Phase*
- e) *Recommendation Phase*
- f) *Implementation Phase*

2. Menurut G.S.A (*General Service Agency*); ada 8, yaitu :

- a) *Information Phase*
- b) *Functional Analysis*

- c) *Creative Phase*
- d) *Judgement Phase*
- e) *Development Phase*
- f) *Presentation Phase*
- g) *Implementation Phase*
- h) *Follow Up*

3. Menurut Larry Zimmerman dan Glen. D. Hart; ada 5, yaitu :

- a) *Information Phase*
- b) *Creative Phase*
- c) *Judgement Phase*
- d) *Development Phase*
- e) *Recommendation Phase*

4. Menurut Alphonse J. Dell'Isola; ada 4, yaitu :

- a) *Information Phase*
- b) *Speculative Phase*
- c) *Analytical Phase*
- d) *Proposal Phase*

5. Menurut Lawrence .D. Miles; ada 5, yaitu :

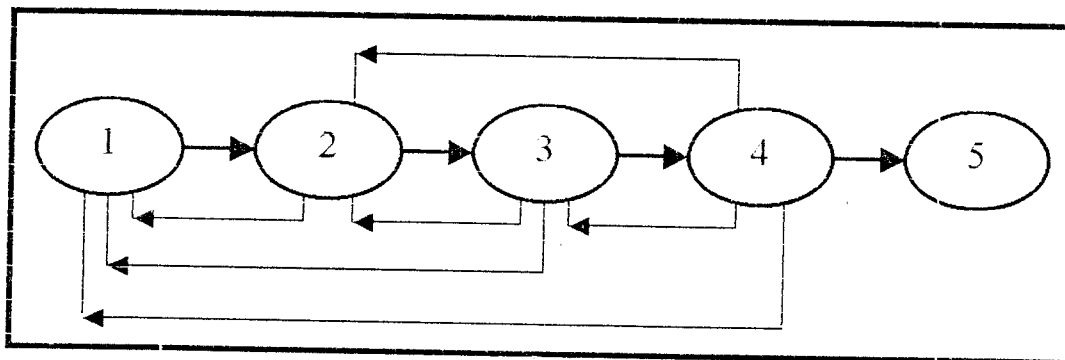
- a) *Information Step*
- b) *Analysis Step*
- c) *Creativity Step*
- d) *Judgement Step*
- e) *Development Planning Step*

6. Menurut Edward. D Heller; ada 5, yaitu :

- a) *Information Phase*
- b) *Creative Phase*
- c) *Evaluation Phase*
- d) *Investigation Phase*
- e) *Reporting Phase*

Oleh karena itu dapat disimpulkan pada dasarnya masing-masing tahapan memberikan pengertian yang sama, sehingga tahapan yang akan digunakan dalam analisis studi pada tugas akhir ini menggunakan lima tahapan yang umum digunakan, yaitu seperti tahapan-tahapan berikut ini :

1. Tahap Informasi (*Information Phase*)
2. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)
3. Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)
4. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)
5. Tahap Rekomendasi/Presentasi (*Recommendation Phase*)



Gambar 3.2. Skema Rencana Kerja Analisis Nilai

3.4.1. Tahap Informasi (*Information Phase*)

- a. Tujuan : menghimpun informasi dan pengetahuan yang berhubungan dengan proyek.
- b. Informasi yang diperlukan secara umum diantaranya adalah :
 1. Kriteria/ketentuan desain (pemilik proyek/kontraktor/perencana).
 2. Kondisi lapangan (topografi/kondisi tanah/foto udara).
 3. Peraturan-peraturan (peraturan daerah/pemerintah, peraturan pembebanan, dan sebagainya).
 4. Elemen-elemen desain (komponen konstruksi).
 5. Latar belakang proyek (seperti untuk peningkatan pelayanan terhadap masyarakat).
 6. Kendala-kendala yang ditetapkan terhadap proyek (terhadap biaya, waktu, dan mutu).
 7. Fasilitas-fasilitas yang tersedia (seperti tempat istirahat/sholat, kantor, gudang, dan lain sebagainya).
 8. Persyaratan yang timbul akibat dari partisipasi masyarakat (seperti faktor keamanan pekerja, asuransi jamsostek dan askes).
 9. Perhitungan-perhitungan desain (seperti perhitungan konstruksi rangka atap/kuda-kuda dan perhitungan plat lantai).
- c. Teknik-teknik yang digunakan adalah :
 1. Menjaga *human relation* atau hubungan masyarakat dalam mengumpulkan informasi sehingga tidak timbul hal-hal yang tidak diinginkan, yang menghambat rencana kerja analisis nilai.

2. Mengumpulkan dan menyusun secara sistematis dan teratur semua fakta dan informasi secara lengkap.
3. Menentukan semua fungsi-fungsi dan fungsi dasarnya, dengan menggunakan diagram FAST.
4. Mengevaluasi semua fungsi-fungsi setelah pembahasan dikembangkan, melakukan perkiraan biaya untuk melakukan fungsi dasar dan membandingkan taksim seluruh bagian. Peningkatan nilai dapat ditentukan.
5. Semua dibuat dalam bentuk kerja lembar kerja.

3.4.2. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

- a. Tujuan : memotivasi orang untuk berfikir, membangkitkan dan mengembangkan sebanyak mungkin segala alternatif untuk memenuhi fungsi utama dasar.
- b. Teknik yang dipakai adalah kuisisioner dan sumbang saran, yaitu suatu cara untuk memperoleh sejumlah besar ide-ide kreatif dari sekelompok orang dalam waktu yang singkat.
- c. Tim dipacu untuk berpikir lebih mendalam, ide-ide yang muncul dicatat tanpa perlu dievaluasi dahulu. Lebih banyak ide yang berpartisipasi akan lebih banyak gagasan yang muncul.
- d. Ide dan alternatif ini berupa :
 1. Ide *original* (asli).
 2. Perbaikan terhadap suatu ide yang sudah ada.
 3. Kombinasi dari beberapa ide.

3.4.3. Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

- a. Tujuan : mengevaluasi semua alternatif tahap kreatif
- b. Masing-masing tahap diuraikan menjadi :
 1. Analisis Keuntungan dan Kerugian (Untung-Rugi).
 2. Analisis Tingkat Kehyakan.
 3. Analisis Matriks.
- c. Setiap alternatif dianalisis tentang kelebihan dan kekurangannya, baik dari faktor teknis maupun dari faktor ekonomisnya.
- d. Kriteria :
 1. Konsultasi dengan para ahli.
 2. Hasil dianalisis dengan hierarki (skema) analitis.

3.4.4. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

- a. Tujuan : menyiapkan saran-saran dan rekomendasi tertulis untuk alternatif yang terpilih.
- b. Langkah-langkah yang perlu diambil adalah :
 1. Membandingkan item produk yang terpilih.
 2. Menggambar sketsa biaya awal proyek dan biaya susulan.
 3. Membandingkan analisis biaya berdasarkan siklus hidup.
 4. Mendiskusikan keadaan dan kebutuhan dalam pelaksanaan desain yang direkomendasikan.
 5. Mendiskusikan implikasi dan kebutuhan yang timbul dalam pelaksanaan.

3.4.5. Tahap Rekomendasi/Presentasi (*Recommendation Phase*)

- a. Tahap ini merupakan tahap untuk melaporkan/mempresentasikan hasil studi analisis nilai (merekomendasikan alternatif yang terpilih dengan segala keuntungannya).
- b. Bertujuan untuk menyakinkan *owner* atau pengambil keputusan bahwa alternatif yang direkomendasikan merupakan pilihan yang terbaik dan menguntungkan.
- c. Tahap ini merupakan tahap akhir yang menentukan berhasil atau tidaknya (gagal) studi analisis nilai.

3.5. Analisis Fungsional

Fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu. Pendekatan fungsi dalam analisis nilai adalah yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain. Konsep dari fungsi digunakan dalam studi analisis nilai untuk mendapatkan tujuan dari ringkasan pernyataan tertentu, seperti dalam penentuan biaya proyek perlu diketahui terlebih dahulu apa penggunaan dari masing-masing jenis pekerjaan dan apa pula fungsinya.

Pengertian fungsi adalah dasar dari maksud suatu item (benda). Fungsi ini berarti pula sebuah karakteristik yang membuat item itu dapat berjalan atau bernilai (Lawrance D. Miles, 1972). Aplikasi fungsi dalam analisis nilai disebut analisis fungsi (Zimmerman & Hart, 1982).

Proyek atau produk yang akan dievaluasi dengan fungsi diidentifikasi dengan dua kata yang umum, yaitu kata benda dan kata kerja, sehingga tidak

tersirat suatu penyelesaian, melainkan hanya fungsi yang dibutuhkan. Kata benda dan kata kerja ini digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu item bekerja. Kata kerja disini adalah kata kerja aktif, sedangkan kata benda berupa kata benda yang dapat diukur. Seperti dalam contoh berikut ini, kabel listrik mempunyai fungsi mengalirkan arus. Disini kata “mengalirkan” adalah kata kerja, sedang kata “arus” adalah kata benda.

Analisis fungsi untuk proyek digunakan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang akan dikerjakan dan biaya. Analisis fungsi digunakan untuk mendefinisikan secara jelas pekerjaan yang dilakukan untuk kebutuhan proyek serta membantu memisahkan ruang lingkup antara biaya utama dengan biaya yang tidak dibutuhkan untuk mendukung performansi. Keuntungan dari pendekatan analisis fungsi adalah membantu dalam mempertemukan ide-ide yang lebih baik dalam mengatasi keraguan-keraguan, membantu dalam pemikiran yang lebih mendalam.

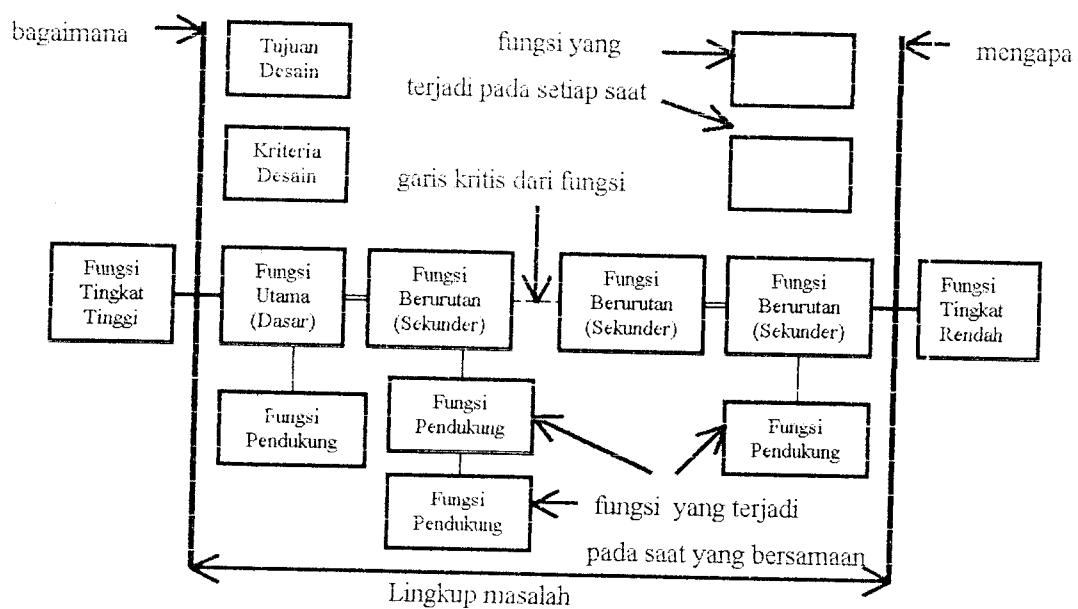
Tahap pertama dalam analisis fungsi adalah mengidentifikasi fungsi dasar (utama) dari suatu sistem/proyek. Fungsi dasar merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi dari uraian studi analisis nilai. Dalam suatu proyek atau komponen didapat fungsi utama, sedangkan bagian lain adalah fungsi sekunder (penunjang) bagi fungsi utama. Fungsi penunjang tidak diidentifikasi sebagai fungsi utama, kecuali fungsi tersebut membentuk fungsi-fungsi yang dibutuhkan.

Tahap kedua dari analisis fungsi adalah mengidentifikasi biaya dan harga yang berkaitan dengan setiap fungsi utama. Harga dapat didefinisikan sebagai biaya terendah (alternatif) dari yang dibutuhkan untuk membentuk suatu fungsi utama.. Biaya dapat didefinisikan sebagai biaya yang tercantum dalam RAB proyek (asli).

Tahap ketiga adalah membandingkan biaya dan harga dari setiap fungsi utama (rasio, *ratio*). Berdasarkan pengalaman, perbandingan biaya-harga (rasio) lebih dari 2 biasanya menandakan bahwa proyek tersebut terjadi penghematan yang sangat besar jika diadakan analisis nilai. Jika besarnya rasio tersebut berkisar antara 1-2 maka penghematan yang terjadi tidak begitu signifikan jika diadakan analisis nilai.

Cara yang dianggap paling pas dan efektif dalam analisis nilai adalah "FAST" (*Functional Analysis System Techniques*). Teknik tersebut diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Charles W. Bytheway, seorang ahli analisis nilai *UNIVAC* di Salt Lake City, Amerika Serikat (Zimmerman & Hart, 1982).

Contoh diagram *FAST* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.3. Skema Aturan Dasar Diagram FAST

FAST adalah suatu metode menganalisis, mengorganisasi, dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu proses yang rumit dari suatu item agar dapat menjelaskan,

menerangkan, dan menyederhanakan proses dari item tersebut dalam bagian-bagian yang dapat teridentifikasi.

3.6. Pengertian Berfikir Kreatif

Didalam analisis nilai kreatifitas adalah sangat penting, dimana dalam tahap ini adalah menggunakan imajinasi berdasarkan pengetahuan dari inovasi kreatifitas dengan memformulasikan kombinasi dari bahan, sistem, proses, dan teknik untuk mendapatkan fungsi yang tepat. Definisi dari berfikir kreatif adalah suatu produk imajinasi dimana kombinasi baru dari sesuatu dan pikiran dipersatukan secara bersama-sama. Berfikir kreatif sering dihubungkan dengan pengembangan suatu pikiran atau pendapat ataupun konsep baru. Dalam berpikir kreatif ini tidak ada halangan untuk mengeluarkan ide-ide yang aneh, semua dilakukan dengan terbuka.

Karakteristik kreatifitas untuk mengembangkan suatu sikap yang tepat sebelum memasuki teknik pemecahan masalah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut, yaitu :

1. Tingkat motivasi yang tinggi, dimana didalamnya terdapat keinginan, antusias, dan berani menghadapi tantangan yang kompleks.
2. Mempunyai fleksibilitas berpikir.
3. Mempunyai sensitifitas yang besar dalam menghadapi suatu masalah.
4. Mempunyai ide-ide baru serta berpandangan luas dalam mengkombinasikan ide-ide (baik baru maupun lama).
5. Terbuka untuk menerima segala perubahan.

6. Mempunyai toleransi untuk mempertimbangkan hal-hal yang mempunyai arti sama.

3.7. Analisis Keuntungan dan Kerugian (Untung-Rugi)

Dalam tahap penilaian dilakukan suatu evaluasi terhadap sejumlah ide kreatif. Evaluasi ini dilakukan untuk menentukan sejumlah pilihan terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang mempunyai potensi terbesar untuk penghematan. Evaluasi tersebut menggunakan analisis keuntungan dan kerugian (untung-rugi). Analisis keuntungan dan kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode yang dipakai dalam tahap penilaian.

Sistem penilaian diberikan secara bersama-sama oleh tim analisis nilai, hasil dari penilaian ini selanjutnya akan dianalisis dengan analisis tingkat kedua yaitu dengan metode analisis matriks. Penilaian tim harus didasarkan atas tingkat pengaruhnya (urutan terpenting) pada biaya secara keseluruhan. Dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dahulu salah satu kriteria, kemudian baru menentukan kriteria lain secara relatif terhadap kriteria tadi. Kriteria utama yang dipandang sangat penting diberi nilai 4 untuk kriteria awal sedang kriteria lain ditetapkan secara relatif. Nilai kriteria diberikan secara rinci berdasarkan urutan/rangking terpenting sebagai berikut, misalnya :

1. Biaya Awal (murah = + 4 dan mahal = - 4)

Titik berat dalam studi analisis nilai adalah penghematan biaya maka faktor biaya adalah yang utama (terpenting).

2. Waktu Pelaksanaan (cepat = + 3,5 dan lama = - 3,5)

Semakin banyak tahapan dalam pelaksanaan maka akan semakin banyak menyita waktu dalam penyelesaian.
3. Daya Dukung (kuat = + 3 dan lemah = - 3)

Kemampuan suatu bagian komponen konstruksi dalam mendukung beban sangat penting peranannya dalam keamanan suatu Konstruksi.
4. Biaya Pemeliharaan (murah = + 2,5 dan mahal = - 2,5)

Semakin murah biaya perawatan akan semakin menguntungkan.
5. Kemudahan Pelaksanaan (mudah = + 2 dan susah = - 2)

Semakin mudah pelaksanaan proyek akan semakin mempercepat penyelesaian proses konstruksi/proyek.
6. Teknologi (lama = + 1,5 dan baru = - 1,5)

Penerapan teknologi pada suatu konstruksi mempengaruhi lama pengerjaan proyek (waktu pelaksanaan)
7. Kemungkinan Diterapkan (mungkin = + 1,5 dan tidak mungkin = - 1,5)

Pemilihan bahan/item suatu pekerjaan memungkinkan untuk diterapkan pada pelaksanaan proyek.
8. Sarana Kerja (lengkap = + 1 dan tidak lengkap = - 1)

Suatu metode akan dapat diterapkan bila alat-alat kerja yang mendukung tersedia dengan mudah dan lengkap.
9. Pabrikasi (ya = + 1 dan tidak = - 1)

Kualitas suatu bahan akan lebih terjamin bila diproduksi oleh pabrik sehingga akan memberikan kepastian hasil hitungan konstruksi.

Sistem penilaian dilakukan dengan membuat tabel perbandingan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteria berada dalam kolom keuntungan diberi nilai positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan sebaliknya jika di kolom kerugian mendapat nilai negatif (-). Setelah ide kreatif diberi nilai lalu dijumlahkan secara kumulatif. Jumlah kumulatif nilai komponen/ide kreatif tersebut antara (- 20) dan (+ 20).

3.8. Analisis Tingkat Kelayakan

Analisis tingkat kelayakan adalah cara lain menyeleksi ide-ide kreatif yang diajukan selain analisis untung-rugi. Hasil dari penyaringan ini dipilih beberapa alternatif yang mempunyai nilai tertinggi dalam penilaian tahap ini untuk diajukan dalam analisis matriks. Kriteria-kriteria yang umum dipakai dalam analisis tingkat kelayakan adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Biaya Pengembangan

Berkaitan dengan :

- a. Biaya perancangan kembali.
- b. Biaya pemesanan kembali.
- c. Biaya pengembangan kembali.

2. Penggunaan Teknologi

Berkaitan dengan :

- a. Teknologi baru atau teknologi yang sudah lama dilakukan.
- b. Sumber daya manusia dan perangkat kerasnya.

3. Kemungkinan Penerapan

Berkaitan dengan kemungkinan :

- a. Diterima oleh pemilik proyek.
- b. Sesuai dengan kondisi lapangan, keamanan struktur, dan sebagainya.

4. Waktu Pelaksanaan

Berkaitan dengan :

- a. Waktu perancangan kembali.
- b. Waktu pemesanan kembali.
- c. Lama pabrikasinya.
- d. Lama pelaksanaan di lapangan.

5. Keuntungan Biaya Potensial

Berkaitan dengan :

- a. Penghematan biaya awal.
- b. Penghematan biaya siklus hidup.

6. Sarana Alat Kerja

Berkaitan dengan :

- a. banyak sedikitnya alat kerja,
- b. mudah tidaknya dioperasikan,
- c. mudah tidaknya pengadaan peralatan kerja.

Kriteria tersebut diberi nilai antara 0 - 10 seperti pada :

1. Penggunaan Teknologi

- a. teknologi baru = 0
- b. teknologi biasa = 10

2. Biaya Pengembangan

a. tanpa biaya = 10

b. biaya tinggi = 0

3. Kemungkinan Diterapkan

a. kemungkinan diterapkan = 10

b. tidak mungkin = 0

4. Waktu Pelaksanaan

a. waktu singkat = 10

b. waktu lama = 0

5. Keuntungan Biaya Potensial

a. keuntungan potensial = 10

b. tanpa keuntungan = 0

6. Sarana Alat Kerja

a. sedikit alat kerja, mudah dioperasikan,

mudah didapatkan = 10

b. banyak alat kerja, sulit dioperasikan,

sulit didapatkan = 0

Setiap kriteria pada tempat kelayakan diberi nilai. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk setiap alternatif. Alternatif yang mempunyai nilai tertinggi diberi urutan atau rangking I, nilai berikutnya yang lebih rendah diberi urutan II, dan seterusnya. Bila ada dua alternatif atau lebih yang mempunyai nilai sama, maka urutan akan sama. Kemudian dipilih beberapa alternatif yang mempunyai urutan tertinggi.

3.9. Analisis Matriks

Tujuan dari analisis matriks adalah untuk menilai masing-masing dari ide kreatif rangka atap (kuda-kuda) dan penutup atap. Analisis ini merupakan seleksi penilaian tahap kedua dari dua sistem analisis penilaian sebelumnya, yaitu analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan. Kriteria-kriteria yang digunakan untuk analisis matriks akan dilakukan konsultasi dengan para ahli tentang penutup atap dan rangka atap (kuda-kuda) serta standar umum yang dipakai untuk desain rangka atap. Kriteria hasil konsultasi harus diuji dan diberi nilai. Untuk uji dan pembobotan dipakai metode hierarki analitis.

Masing-masing kriteria mempunyai bobot hasil dari proses hierarki analitis (PHA), yang mempunyai skala sebagai berikut, yaitu :

- a. 4 = *Excellent* (baik sekali)
- b. 3 = *Good* (baik)
- c. 2 = *Fair* (wajar)
- d. 1 = *Poor* (rendah/jelek)

Proses hierarki analitis (PHA) adalah suatu model yang luwes, yang memberikan kesempatan bagi perseorangan atau kelompok untuk membangun gagasan dan mendefinisikan persoalan-persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi dan memperoleh pemecahan yang dikemukakan. PHA dikembangkan oleh L. Saaty, seorang matematikawan dari Universitas Pittsburgh. PHA merupakan alat yang luwes yang memungkinkan kita mengambil keputusan dengan mengkombinasikan data obyektif dan data subyektif secara logis. Data

obyektif adalah fakta ataupun data-data numerik hasil perhitungan, sedangkan data subyektif didasari oleh pendalaman dan pengalaman.

Ada 3 prinsip dalam memecahkan persoalan dengan PHA, yaitu :

a. Penyusunan Struktur Hierarki

Hierarki adalah pemecahan masalah menjadi elemen-elemen yang terpisah menurut tingkat kepentingan. Penyusunan hierarki berhubungan dengan pengidentifikasian elemen-elemen suatu masalah, mengelompokkan elemen-elemen dalam kelompok yang homogen, dan mengatur kelompok-kelompok ini dalam tingkatan yang berbeda. Tingkat teratas dari suatu hirarki hanya berisi satu elemen, yaitu tujuan pokok yang dinamakan "fokus". Tingkat berikutnya berisi elemen-elemen yang lebih spesifik, yang merupakan uraian dari tingkat di atasnya.

b. Penentuan Prioritas

Prioritas adalah besar kecilnya kontribusi suatu elemen untuk mencapai tujuan. Langkah pertama dalam menetapkan prioritas adalah dengan menetapkan prioritas elemen-elemen dalam penilaian yang berpasangan, yaitu dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matriks bujur sangkar dengan *ordo* ($i \times j$) yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matriks ini unik karena dapat mewakili aspek prioritas, yaitu lebih penting, sama penting, dan kurang penting.

Dalam penilaian perbandingan berpasangan digunakan skala penilaian sebagai berikut, yaitu :

Tabel 3.1. Skala Banding Secara Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari yang lain	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas elemen yang lain
5	Elemen yang satu esensial/ sangat penting dibanding elemen yang lainnya	Pengalaman dan perhitungan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya	Satu elemen dengan kuat disokong & dominannya terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting dibanding elemen yang lainnya	Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai tengah diantara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan
Catatan : Kebalikannya, bila elemen "i" mendapat nilai "n" dibandingkan dengan elemen "j", maka elemen "j" mendapat nilai "1/n" bila dibandingkan faktor I (matriks I)		

Untuk memulai proses perbandingan berpasangan, elemen-elemen dibentuk menjadi matriks bujur sangkar sesuai dengan tingkat hierarkinya. Proses dimulai dari puncak hierarki untuk memilih kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat dibawah diambil dari elemen-elemen A_1, A_2, A_3 . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Matriks Perbandingan Berpasangan

X	A1	A2	A3
A ₁	1	2	3
A ₂	1/2	1	2
A ₃	1/3	1/2	1

Bandingkan elemen A_1 dalam kolom kiri dengan elemen-elemen A_1 , A_2 , dan A_3 yang terdapat pada baris atas dengan sifat X disudut atas. Kemudian elemen A_2 kolom kiri dibandingkan dengan elemen baris atas, begitu dan seterusnya sampai elemen terakhir (A_3). Besarnya nilai perbandingan antara elemen-elemen A_1 , A_2 , dan A_3 pada kolom kiri (j) terhadap elemen-elemen A_1 , A_2 , dan A_3 pada baris atas (i), jika elemen " i " bernilai " n ", adalah sebesar " $1/n$ ".

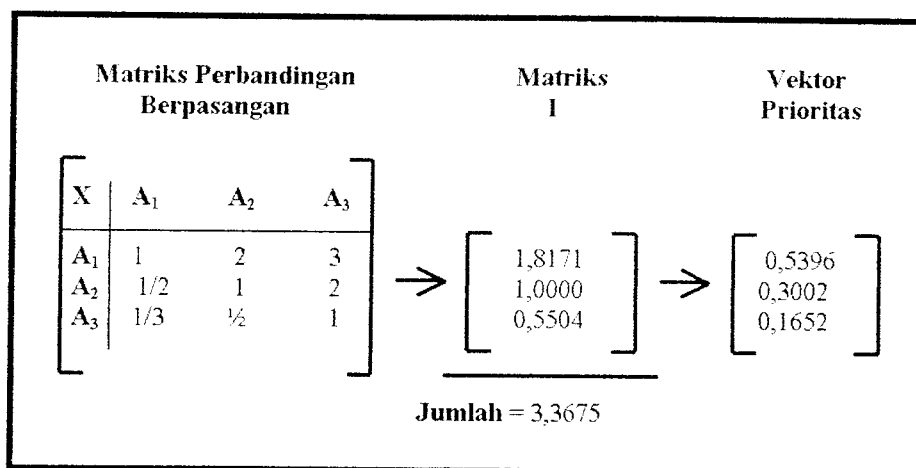
Untuk mengisi matriks perbandingan berpasangan harus menggunakan bilangan yang menggambarkan relatif pentingnya suatu elemen terhadap elemen lainnya yang berhubungan dengan sifat tersebut. Bilangan tersebut berkisar antara 1 sampai dengan 9. Semua pertimbangan yang diterjemahkan secara numerik merupakan perkiraan belaka. Kesahihan/keabsahan/kebenarannya dapat dievaluasi dengan suatu uji konsistensi.

c. Menguji Konsistensi Data

Kesahihan data dapat diketahui dengan uji konsistensi data, yaitu dengan nilai rasio konsistensi (CR, *consistency ratio*), yaitu :

1. Data dapat dikatakan konsisten \longrightarrow nilai $CR \leq 0,10$
2. Proses penilaian matriks harus diulang \longrightarrow nilai $CR > 0,10$

Bilangan atau nilai dari masing-masing baris pada matriks tersebut dikalikan secara kumulatif. Kemudian hasil tersebut dimasukkan ke dalam persamaan akar pangkat/derajat "n" sesuai dengan jumlah elemen pada baris matriks (i x j).



Gambar 3.4. Matriks Perbandingan Berpasangan, Matriks I, dan Vektor Prioritas (*Eigen Value*)

Sedangkan nilai vektor prioritas (*Eigen Value*) diperoleh dengan cara Matriks Perbandingan Berpasangan dibagi dengan jumlah Matriks I. Perkalian antara Matriks Perbandingan Berpasangan dengan Vektor Prioritas disebut dengan Matriks I.

Adapun rumus/persamaan matematikanya adalah :

$$a. \text{ Matriks I} = (\text{MPB})^{-1/n} \quad (3.1)$$

dengan : n = jumlah elemen baris pada matriks perbandingan berpasangan

MPB = Matriks Perbandingan Berpasangan

$$b. \text{ Vektor Prioritas} = \text{VP} = \text{Matriks I} / \Sigma(\text{Matriks I}) \quad (3.2)$$

$$c. \text{ Matriks II} = \text{MPB} \times \text{VP} \quad (3.3)$$

$$d. \text{ MNP} = \text{Matriks II} / \text{VP} \quad (3.4)$$

dengan : MNP = Matriks Nilai Prioritas

$$e. \lambda = \Sigma(\text{MNP}) / n \quad (3.5)$$

dengan : λ = nilai vektor maksimum = harga rata-rata dari MNP

$$f. \text{ CI} = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \quad (3.6)$$

$$g. \text{ CR} = \frac{\text{CI}}{\text{RI}} \quad (3.7)$$

dengan : RI = *Random Index* = indeks acak yang menyatakan besarnya koreksi terhadap indeks konsistensi pada nilai MPB.

Tabel 3.3. *Index Random Value*

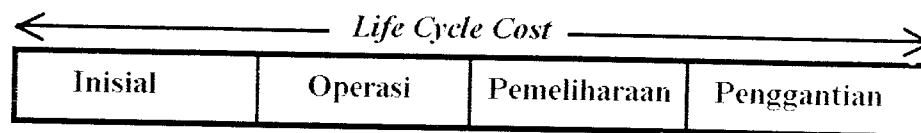
N	1	2	3	4	5	6	7
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32
8	9	10	11	12	13	14	15
1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,58	1,12	1,59

3.10. Pengertian Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Didalam menyusun anggaran suatu proyek yang harus dibuat terlebih dahulu adalah membuat anggaran biaya. Kemudian dengan analisis fungsi didalam studi analisis nilai didapatkan beberapa alternatif yang semuanya mengeleminasi biaya-biaya yang tidak perlu dan akhirnya dapat mereduksi biaya proyek. Dalam mengevaluasi kriteria mana yang harus diambil demi menghemat biaya, perlu diperhatikan dasar-dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemungkinan penghematan yang cukup berarti.
2. Terdapatnya sumber daya dan waktu yang cukup.
3. Kemungkinan adanya pengembangan alternatif *life cycle cost* yang lebih rendah.
4. Mungkin untuk dilaksanakan.
5. Dana kebutuhan proyek yang kurang lengkap.
6. Data biaya untuk *life cycle cost* yang belum bisa diestimasi, seperti biaya operasi, penggantian, dan perawatan.

Oleh karena studi analisis nilai untuk bidang konstruksi harus ada metode yang sistematis untuk mencapai total biaya yang optimal dari suatu proyek untuk waktu tertentu. Total biaya disini berarti biaya ultimum atau biaya yang dapat dipertanggungjawabkan (*reasonable*) dari pekerjaan konstruksi, operasi, pemeliharaan, dan penggantian alat atau barang didalam suatu periode yang disebut *life cycle cost* seperti gambar berikut.



Gambar 3.5. Biaya Siklus Hidup

Life cycle cost adalah total biaya ekonomis, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisis *life cycle cost* sendiri menggambarkan nilai sekarang dan nilai yang akan datang (*present and future cost*) dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri. *Life cycle cost* dipakai sebagai alat bantu dalam analisis ekonomi untuk mencari alternatif berbagai kemungkinan atau faktor dalam pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam *life cycle cost*, yaitu :

1. Biaya sekarang (*present value*).
2. Biaya dikemudian hari (*future value*).

Jenis-jenis yang termasuk biaya dalam *life cycle cost* diantaranya adalah :

1. Biaya investasi
2. Biaya pemilikan
3. Biaya rekayasa (perencanaan, desain, dan pengawasan)

4. Biaya perubahan desain
5. Biaya administrasi
6. Biaya penggantian
7. Biaya operasi
8. Biaya pemeliharaan
9. Biaya beban bunga yang dibebankan selama proyek.

Penggunaan *life cycle cost* sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dan sensitifitas terhadap biaya operasi merupakan suatu rangkaian perhitungan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi dan moneter yang saling berhubungan satu sama lain.

3.10.1. Konsep Nilai Waktu Uang (*Time Value of Money*)

Kalau seseorang ditanyakan, mana yang lebih disukai menerima Rp 100,00 saat ini atautkah menerima Rp. 100,00 nanti (misal satu tahun lagi)? Meskipun penerima tersebut pasti sifatnya, artinya dia pasti menerima saat ini atau nanti, bisa diduga dia akan lebih suka menerima jumlah yang sama pada saat ini dari pada nanti. Sebaliknya kalau kita harus membayar Rp 100,00 saat ini daripada nanti maka tentunya lebih senang untuk membayar nanti apabila jumlahnya sama.

Contoh tadi menunjukkan bahwa kita sebenarnya kita menghargai uang secara berbeda apabila waktunya tidak sama. Dengan kata lain kita mengakui bahwa uang mempunyai nilai waktu. Kita selalu menyukai Rp 100,00 saat ini daripada nanti karena kita menganggap bahwa nilai sekarang Rp 100,00 adalah lebih besar daripada nilai Rp 100,00 nanti. Sebaliknya kalau kita membayar, kita lebih suka

3.10.3. Dasar-Dasar Perhitungan Nilai Sekarang (*Present Value*)

Present value (PV) atau *present worth* (PW) dapat dihitung jika perhitungan PV untuk investasi digunakan anggapan bahwa tingkat bunga (i) yang relevan setiap tahunnya adalah sama atau tetap.

Perhitungan PV (Robert J.K., 1994) ini secara umum dapat dituliskan secara berikut :

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{At}{(i+1)^t} \quad (3.8)$$

dimana : At = aliran yang diterima pada periode "t" (bulan, tahun)

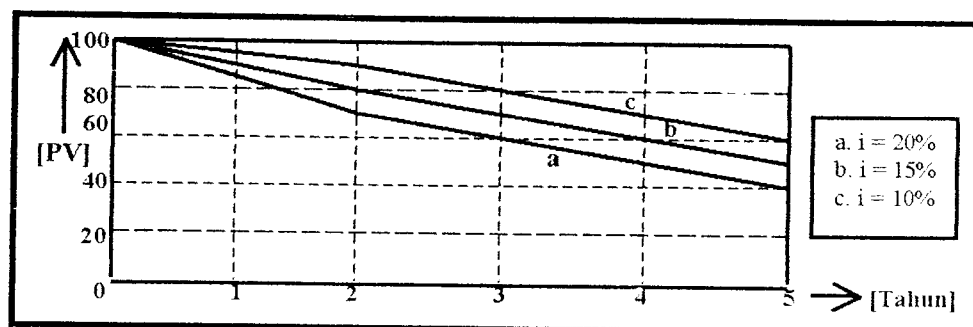
i = tingkat bunga (10%, 15%, 20%)

Jika pembayaran setiap tahun dalam jumlah yang sama, maka keadaan ini disebut sebagai faktor cicilan modal (CRF, *Capital Recovery Faktor*) dengan rumus sebagai berikut :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (3.9)$$

CRF dapat digunakan untuk menghitung besar pengembalian dari beban hutang secara periodik untuk "n" tahun dengan beban bunga sebesar "i". Contoh perhitungan untuk mengetahui *present value* (PV) bila $i = 10\%$, 15% , dan 20% pertahun dari uang Rp 100,00 dalam lima (5) tahun, yaitu :

- untuk $i = 10\%$ maka PV untuk 5 tahun mendatang sebesar grafik "c"
- untuk $i = 15\%$ maka PV untuk 5 tahun mendatang sebesar grafik "b"
- untuk $i = 20\%$ maka PV untuk 5 tahun mendatang sebesar grafik "a"



Gambar 3.6. PV Dari Rp. 100,00 Untuk 5 Tahun Mendatang

3.11. Penggunaan *Present Value* Pada Analisis Nilai Dalam Analisis Proyek

Tujuan analisis proyek adalah untuk memperbaiki pemilihan investasi, karena sumber yang tersedia bagi pembangunan adalah terbatas. Aspek yang paling penting dalam mengevaluasi suatu proyek adalah aspek finansial dan analisis ekonomi disamping aspek lainnya seperti aspek teknis, aspek manajerial, aspek organisasi, dan aspek komersial (Clive Gray, dkk., 1978).

Penggunaan *present value* pada aplikasi analisis nilai dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penggunaan dilakukan dalam tahap pengembangan (*development phase*) pada *life costing*.
2. Pada bagian pertama dihitung biaya investasi atau biaya konstruksi (*initial cost*) ditambah biaya operasi dan pemeliharaan ditambah penggantian ("O & M" dan *replacement cost*), kemudian hasilnya dikurangi dengan biaya investasi, biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan dari usulan pertama dan kedua, hasilnya disebut dengan *initial saving* atau penghematan saat itu (*present saving*).

3. Pada bagian kedua menganualisasikan biaya investasi (*initial*), biaya penggantian (*replacement*) dan ditambah biaya aktual dari operasi dan pemeliharaan, baik untuk desain asal maupun desain alternatif lainnya. Kemudian dikalikan dengan cicilan bagi beban hutang selama periode tertentu (CRF). Hasil untuk disain awal dikurangi dengan desain usulan pertama disebut penghematan tahunan (*annual saving*) untuk desain usulan pertama, selanjutnya dihitung pula penghematan tahunan untuk desain usulan kedua. Sehingga dari hasil perhitungan ini sebagai rekomendasi adalah berupa nilai penghematan (*saving*) diukur selama siklus hidup proyek.

BAB IV

RANGKA KUDA-KUDA DAN PENUTUP ATAP

4.1. Pengertian Atap

Dalam studi analisis nilai pada tugas akhir ini, obyek yang diambil adalah pekerjaan atap (rangka kuda-kuda dan penutup atap). Atap adalah bagian bangunan yang merupakan mahkota, mempunyai fungsi untuk menambah keindahan (estetika) dan sebagai pelindung bangunan dari panas dan hujan. Oleh karena itu perlu diuraikan tentang sifat dan karakteristik bahan bangunan alternatif pada kuda-kuda dan penutup atap yang umum digunakan sebagai dasar penilaian pada bahasan selanjutnya. Beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk pekerjaan atap adalah :

1. Harus serasi dengan bentuk bangunannya sehingga dapat menambah keindahan dari bangunan.
2. Dibuat dengan kemiringan sedemikian rupa (35°) sehingga air hujan dapat cepat meninggalkan atap bangunan.
3. Harus dibuat dari bahan yang tahan dan tidak mudah rusak oleh cuaca, panas, dan hujan.
4. Dapat memberikan kenyamanan bertempat tinggal bagi penghuninya.



4.2. Rangka Atap (Kuda-kuda)

Kuda-kuda adalah bagian yang memberikan bentuk kepada atapnya. Berikut adalah beberapa ide alternatif mengenai jenis bahan yang dipakai untuk kuda-kuda pada penelitian ini.

4.2.1. Baja Profil L (Siku Ganda)

Pemilihan profil baja tidak hanya didasarkan pada luas penampang minimum yang sesuai dengan perhitungan saja tetapi juga harus mengingat faktor-faktor lain, misalnya saja sebagai berikut :

1. Sedapat mungkin pemilihan profil juga disesuaikan dengan jenis serta ukuran yang banyak diproduksi oleh pabrik. Ukuran-ukuran yang tidak lazim serta sukar diperoleh di pasaran membuat profil tersebut berharga mahal.
2. Untuk konstruksi yang cukup besar, perencana harus mempertimbangkan kemungkinan pengangkutannya dipandang dari segi ukurannya serta beratnya.
3. Bentuk potongan harus ditetapkan dengan mempertimbangkan cara pelaksanaan serta pemeliharaan yang mudah.

Keuntungannya :

1. Mudah didapatkan di pasaran, karena umum digunakan pada struktur.
2. Teknologi yang digunakan relatif sederhana tanpa memerlukan keahlian khusus dari pekerja untuk pemasangan struktur.

3. untuk bentangan yang pendek baik digunakan karena perbandingan antara banyak bahan yang digunakan dan kekuatan kuda-kuda dalam menahan beban cukup efisien sehingga biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.

Kerugiannya :

1. Membutuhkan sambungan yang banyak pada satu rangka kuda-kuda, yang mengakibatkan banyaknya titik pelemahan, sehingga dibutuhkan ketelitian yang baik pada saat pemasangan kuda-kuda.
2. Dengan berubahnya bentuk struktur untuk kepentingan estetika mengakibatkan perubahan pembiayaan yang cukup berarti.
3. Semakin panjang bentang kuda-kuda, akan semakin banyak susunan rangka yang dipakai, sehingga pada bentang panjang penggunaan rangka kuda-kuda mengakibatkan pembiayaan yang besar.

4.2.2. Beton Bertulang

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai pembantu guna keperluan reaksi selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susunnya, metode-metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan perapian, temperatur dan kondisi rawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya dan beton merupakan bahan bersifat getas. Pada penggunaan sebagai komponen

struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya terutama, pada bagian yang menahan tarik. Dengan demikian terjadi pembagian tugas antara beton dengan tulangan baja. Tulangan baja bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

Keuntungannya :

1. Umumnya dibuat langsung di tempat dengan membuat cetakan-cetakan dari kayu, dapat dikerjakan dengan alat sederhana.
2. Harga relatif lebih murah dibandingkan umurnya yang tidak terbatas, setelah betonnya mengeras tidak perlu perawatan lagi.
3. Merupakan bahan yang tahan api, tidak dapat terbakar, tidak rusak oleh panas dan hujan, tahan zat kimia.
4. Tidak membutuhkan biaya pemeliharaan selama siklus hidup.

Kerugiannya :

1. Perlu waktu untuk pengerasan betonnya.
2. Mutunya sangat tergantung dari cara pelaksanaannya.
3. Berbahaya jika pengecoran terjadi diwaktu hujan dan penghentian pengecoran ditengah-tengah bentangan kuda-kuda.

4.2.3. Kayu Kelapa (Glugu)

Kayu kelapa sampai saat ini merupakan salah satu bahan bangunan yang masih banyak dicari dan dibutuhkan manusia. Pada umumnya kayu kelapa banyak terdapat di seluruh Indonesia. Adapun ciri-ciri utama kayu kelapa (glugu) adalah sebagai berikut :

1. Tingginya dapat mencapai 20 m, bebas cabang.
2. Gemang/batang kayu sebesar 35 cm
3. Warna coklat kemerah-merahan (inti batang tidak dapat dimanfaatkan).

Keuntungannya :

1. Mudah didapat dari alam, mempunyai sifat liat, elastis, kuat dan awet.
2. Mudah dikerjakan oleh tukang biasa dengan alat sederhana, dapat dibentuk berbagai model yang indah.
3. Harga relatif murah dan karena bahannya ringan dapat memperkecil ukuran konstruksi bangunan dan pondasinya.

Kerugiannya :

1. Dapat terbakar dan mudah menyalakan api dari satu tempat ke tempat lain.
2. Konstruksi harus terlindung dari panas dan hujan agar tidak lapuk.
3. Perlu diberi lapis pelindung agar tidak dimakan rayap, bubuk atau serangga kecil lain.
4. Kekuatannya tidak terlalu besar yaitu setara dengan kelas kuat kayu III.
5. Butuh biaya yang relatif besar jika dipakai untuk bentangan yang panjang.

4.2.4. Bambu Petung

Pada umumnya bambu harus bersifat baik dan sehat dengan ketentuan, bahwa segala sifat dan kekurangan-kekurangan yang berhubungan dengan pemakaiannya tidak akan mengurangi nilai konstruksi (bangunan). Adapun keuntungan dan kerugian bambu petung menurut Morisco adalah sebagai berikut.

Keuntungannya :

1. Mudah didapat dari alam, mempunyai sifat liat, elastis, kuat tariknya besar, dan awet. Sifat-sifat ini dipengaruhi oleh umur dan jenis bambu.
2. Harganya relatif murah dan bahannya relatif ringan.
3. Kuat tarik bambu petung dapat mencapai 3000 kg/cm^2 .
4. Mudah dikerjakan oleh tukang biasa dengan alat sederhana.
5. Mudah diperoleh dimana-mana.
6. Bambu mempunyai ketahanan yang luar biasa.

Kerugiannya :

1. Bambu mudah diserang kumbang bubuk sehingga tidak awet
2. Kekuatan sambungan bambu yang umumnya sangat rendah mengingat perangkaian batang-batang struktur bambu seringkali dilakukan secara konvensional memakai pasak, paku, atau tali ijuk.
3. Kekuatan sambungan hanya didasarkan pada kekuatan gesek antara tali dan bambu, atau antara bambu yang satu dengan yang lainnya.
4. Opini masyarakat yang sering menghubungkan bambu dengan kemiskinan sehingga orang segan tinggal di rumah bambu karena takut dianggap miskin.

4.2.5. Gunungan (Pasangan Batu Bata Merah)

Pada pembangunan perumahan modern saat ini, untuk pekerjaan rangka atapnya sering menggunakan gunungan yang terbuat dari pasangan batu bata merah. Gunungan biasa dipakai untuk bagian tembok tepi dari suatu bangunan yang memakai atap pelana juga dapat dipakai untuk bagian dalamnya apabila pada daerah itu sulit diperoleh kayu atau harga kayu jauh lebih mahal bila pakai pasangan bata. Konstruksi gunungan dibuat menjadi satu kesatuan dengan tembok untuk dindingnya, diberi perkuatan balok atas dari konstruksi beton bertulang yang dipasang mengikuti kemiringan atapnya. Balok atas ini menjadi tumpuan yang baik dan kuat untuk balok-balok gording dan bubungan karena dapat dikaitkan padanya.

Keuntungannya :

1. Harganya sangat murah dan dapat diperoleh dimana-mana.
2. Mudah dikerjakan oleh tukang batu dengan alat sederhana.

Kerugiannya :

1. Hanya dapat digunakan untuk bentangan sempit, tidak untuk bentangan yang lebar.
2. Mutunya sangat tergantung dari cara pelaksanaannya.
3. Karena berat sendirinya yang besar sehingga akan memperbesar juga ukuran pondasinya.

4.3. Penutup Atap

Penutup atap adalah bagian yang merupakan pelindung bangunan dari panas, hujan, dan langsung berhubungan dengan udara luar. Oleh karena itu bahan untuk penutup atap haruslah dari bahan yang tidak mudah rusak oleh panas, hujan, dan udara. Berikut adalah bahan-bahan alternatif untuk penutup atap.

4.3.1. Atap Sirap

Atap sirap terbuat dari serat kayu keras yang banyak terdapat di hutan-liutan Kalimantan yang dibuat menjadi lembaran-lembaran tipis dengan ukuran 8 x 60 cm². Kekuatan atap sirap terjamin oleh perekat yang ditambah bitumen. Atap sirap dibuat dari serat kayu yang telah diproses pabrik membentuk suatu papan serat kayu lalu dipotong dengan mesin pemotong menjadi atap sirap. Sirap dipasang diatas papan tripleks yang terdapat pada balok reng menggunakan perekat/lem atau paku. Atap sirap sangat cocok digunakan pada daerah tropis (panas).

Keuntungannya :

1. Tahan lama (awet) dan tahan terhadap air, jamur, dan rayap.
2. Bahannya ringan.
3. Tidak bising dikala hujan, daya dukungnya kuat.
4. Mempunyai nilai estetika yang indah.
5. Mudah dikerjakan oleh tukang kayu dengan alat sederhana.
6. Merupakan isolasi panas yang baik sehingga udara dalam ruangan menjadi tidak panas.

Kerugiannya :

1. Harga bahan (sirap) dan biaya pengawetan (cat, vernis) mahal.
2. Sukar didapatkan dipasaran.
3. Mutu sirap tergantung dari bahan yang dipakai pabrik pembuat sirap.
4. Karena merupakan lembaran-lembaran yang kecil maka air hujan mudah merembes ke sela-sela antara sirap yang satu dengan yang lainnya. Akibatnya terjadi kebocoran dalam ruangan yang kadang-kadang sangat sulit mencari titik kebocoran ini. Untuk mengatasi masalah ini, sebelum sirap-sirap dipasang lebih dahulu diberi lembaran-lembaran seng plat, yang berakibat mahalnya harga konstruksi.

4.3.2. Seng Bergelombang

Seng adalah jenis logam yang biasa digunakan untuk melindungi terhadap korosi/karat dengan cara menyepuh atau melapisi secara *galvanis*. Seng gelombang dipasang diatas kasau menggunakan paku.

Keuntungannya :

1. Harganya relatif murah dengan berbentuk lembaran-lembaran yang besar.
2. Mudah terdapat dipasaran dan cepat pemasangannya karena tidak memerlukan usuk dan reng.
3. Tahan air dan tahan lama (awet).
4. Mudah dikerjakan oleh tukang biasa.
5. Daya dukungnya relatif kuat.

Kerugiannya :

1. Tidak awet (tahan lama) terhadap udara yang tercemar sulfur (pada daerah pegunungan).
2. Biasanya pada bagian dalam seng (yang tidak terkena sinar matahari langsung) diber cat dasar warna putih atau merah agar tidak membuat penghuni rumah kepanasan/kegerahan karena seng bukan merupakan isolasi panas yang baik.
3. Diwaktu hujan membuat suasana rumah menjadi bising.
4. Apabila terjadi kerusakan maka harus diganti dengan lembaran seng yang baru dan utuh.

4.3.3. Asbes Bergelombang

Asbes gelombang terbuat dari plat semen berserat yang terdiri atas semen portland (PC) dan serat buatan. Bobotnya dapat mencapai 11 kg/m^2 .

Keuntungannya :

1. Tahan lama, kedap air, jamur, dan korosi.
2. Mudah terdapat dipasaran, biaya perawatan murah.
3. Mudah dan cepat dikerjakan karena tidak memerlukan reng dan usuk.
4. Daya dukungnya kuat.
5. Harganya relatif murah dibandingkan sirap dan lebih mahal dibandingkan seng gelombang.
6. Tidak menyebabkan bising dikala hujan.

Kerugiannya :

1. Apabila terjadi keretakan/rusak maka harus diganti dengan lembaran asbes yang baru dan utuh.
2. Bukan merupakan isolasi panas yang baik sehingga ruangan yang ada dibawahnya akan menjadi panas.

4.3.4. Atap Bambu

Atap bambu terbuat dari bambu petung yang telah diawetkan, sama seperti bahan untuk kuda-kuda. Atap bambu dinamakan juga kelaka. Kelaka merupakan rangkaian bambu yang telah dibelah dua dan dihilangkan sekat-sekat (ruas-ruasnya). Batang bambu dipilih yang mempunyai diameter yang sama agar memudahkan pemasangannya.

Keuntungannya :

1. Mudah didapat dari alam, mempunyai sifat liat, elastis, kuat tariknya besar, dan awet. Sifat-sifat ini dipengaruhi oleh umur dan jenis bambu.
2. Harganya relatif murah dan bahannya yang relatif ringan maka dapat memperkecil konstruksi bangunan dan pondasi.
3. Kuat tarik bambu petung dapat mencapai 3000 kg/cm^2 .
4. Mudah dikerjakan oleh tukang biasa dengan alat sederhana.
5. Mudah diperoleh dimana-mana.

Kerugiannya :

1. Bambu mudah diserang kumbang bubuk sehingga tidak awet
2. Kekuatan sambungan bambu yang umumnya sangat rendah mengingat

perangkaian batang-batang struktur bambu seringkali dilakukan secara konvensional memakai pasak, paku, atau tali ijuk.

3. Kekuatan sambungan hanya didasarkan pada kekuatan gesek antara tali dan bambu atau antara bambu yang satu dengan yang lainnya.
4. Opini masyarakat yang sering menghubungkan bambu dengan kemiskinan sehingga orang segan tinggal di rumah bambu karena takut dianggap miskin.

4.3.5. Genteng Biasa (Tanah Liat)

Genteng tanah liat biasanya berbentuk flam. Genteng tersebut merupakan unsur bangunan yang dipakai sebagai penutup atap. Genteng tersebut dapat dibuat dari tanah liat/tanah pekat sebagai bahan mentah kemudian dibakar. Pembuatan genteng dapat dibuat dengan cara sederhana sebagai hasil industri rumah tangga dengan alat-alat sederhana maupun mesin modern dan mesin otomatis di pabrik. Pada puncak atap, untuk menutup pertemuan atap kiri dan atap kanan dipakai genteng bubungan atau genteng kerpus yang dipasang dengan adukan perekat sebagai penjepit genteng-genteng paling atas agar tidak mudah terhempas oleh hembusan angin.

Keuntungannya :

1. Tahan terhadap rayap, air, dan lentur.
2. Harga bahan dan biaya pemeliharaan murah.
3. Mudah dikerjakan.

Kerugiannya :

1. Mudah lapuk dan pecah.
2. Tidak tahan lama
3. Alur-alur pencegah masuknya air kurang rapat jika dibandingkan genteng beton.

BAB V
APLIKASI ANALISIS NILAI
PADA PEKERJAAN ATAP

5.1. Latar Belakang Proyek

Proyek pembangunan perumahan Griya Saka Permai yang saat ini tengah berlangsung adalah sebagai usaha meningkatkan pemenuhan perumahan/ pemukiman yang murah, aman, nyaman, dan berwawasan lingkungan bagi masyarakat Yogyakarta dan sekitarnya. Adapun tipe perumahan yang diamati adalah tipe 70. Rencana pembangunan perumahan tersebut dilakukan secara bertahap mengingat dana yang tersedia terbatas sedang dana yang dibutuhkan cukup besar.

Sebagai obyek aplikasi/penerapan analisis nilai dalam tugas akhir ini adalah pada pekerjaan atap, yaitu penutup dan rangka atap (kuda-kuda) perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta tipe 70, dengan berbagai pertimbangan pemilihan sebagai berikut :

1. Kemungkinan adanya penghematan cukup besar dibandingkan struktur lain. Hal ini dapat terlihat pada RAB pekerjaan atap.
2. Cukup banyaknya alternatif bahan pengganti pada rangka atap dan penutup atap mempunyai kemungkinan penghematan biaya.

5.2. Tahapan Informasi (*Information Phase*)

Dalam tahapan ini dikumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang data-data proyek sehingga dapat memperlancar dan mempermudah gagasan-gagasan bagi pengembangan desain. Data-data informasi tentang proyek tersebut terdapat pada tabel 5.1.

Data-data tersebut kebanyakan data teknis kecuali data biaya, meliputi :

1. Fisik, berupa informasi karakteristik fisik dari proyek.
2. Metode, berupa informasi bagaimana barang tersebut dibuat.
3. Biaya, berupa informasi dari perkiraan biaya.
4. Kuantitas, berupa informasi mengenai jumlah volume yang ada.
5. *Konstrain*, berupa informasi tentang batasan kriteria desain yang dipakai.

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang akan ditinjau. Dalam tugas akhir ini harga yang dipakai dalam perhitungan didapatkan dari dokumen kontraktor dan berdasarkan data yang didapat dari produsen pembuat bahan serta referensi yang umum digunakan. Sesuai dengan pembahasan tugas akhir ini maka tinjauan analisis nilai dititikberatkan pada pekerjaan atap (kuda-kuda dan penutup atap) tanpa memperhitungkan item yang lain, seperti pekerjaan pondasi, kolom, plat, dan lain sebagainya.

Selanjutnya data biaya pekerjaan konstruksi rangka atap pada proyek tersebut dibuat rencana anggaran biaya (RAB) atau *cost model* awal pekerjaan atap pada lampiran 8a, dengan membuat perincian pekerjaan dan harga setiap pe-

kerjaan, kemudian mencari nilai terbesar sampai terkecil. Dari tabel tersebut didapat kemudahan untuk menentukan penghematan potensial dari masing-masing ide alternatif. Dengan memilih bobot terbesar maka peluang untuk melakukan penghematan dapat optimal.

Tabel 5.1. Data Proyek

TAHAP INFORMASI		
NO		KETERANGAN
	Proyek : Pekerjaan atap pada perumahan Griya Saka Permai, Yogyakarta	
1.	Lokasi : Griya Saka Permai, Yogyakarta	
2.	Fungsi : Melindungi rumah	
3.	Struktur rangka dan penutup atap yang ada	1. Kayu bangkirai 8/14 2. Balok nok 3. Papan nok 2/20 4. Dudukan nok 5. Gording kayu 8/12 6. Usuk kayu 5/7 7. Reng kayu 3/5 8. Klos gording 9. Genteng beton berwarna
	Biaya : PT. Saka Yasa Paramartha	Rp. 8.748.710,00

Sumber : PT. Saka Yasa Paramartha

Tabel 5.2. Tahap Informasi Pembangunan Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Atap

NO	ITEM	FUNGSI		
		KATA KERJA	KATA BENDA	JENIS FUNGSI
1	Pekerjaan persiapan	mempersiapkan	lapangan	sekunder
2	Pekerjaan pemasangan rangka kuda-kuda	menahan	beban	utama
3	Pekerjaan pemasangan nok	mendukung	atap	Sekunder
4	Pekerjaan pemasangan gording	mendukung	atap	Sekunder
5	Pekerjaan pemasangan penutup atap	menahan	beban	utama

Dalam tabel diatas terlihat bahwa pekerjaan pemasangan penutup atap dan pemasangan kuda-kuda dan nok adalah hal yang terpenting sehingga menjadi fungsi yang mendasar dalam pelaksanaan struktur, yaitu sebagai pendukung atap. Oleh karena itu item-item tersebut layak dilakukan analisis nilai. Untuk mendapatkan pemahaman tentang fungsi pekerjaan atap digunakan diagram FAST agar didapat penjabaran fungsi secara mendetail dan terarah yang akan digunakan pada analisis selanjutnya.

Berikut ini adalah hal-hal penting mengenai informasi proyek pembangunan perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta, yaitu :

1. Lokasi Proyek : Perumahan Griya Saka Permai, Yogyakarta

(Untuk jelasnya lihat lampiran 1)

2. Batas-batas Lokasi Proyek :

Utara : Areal persawahan Dusun Selorejo

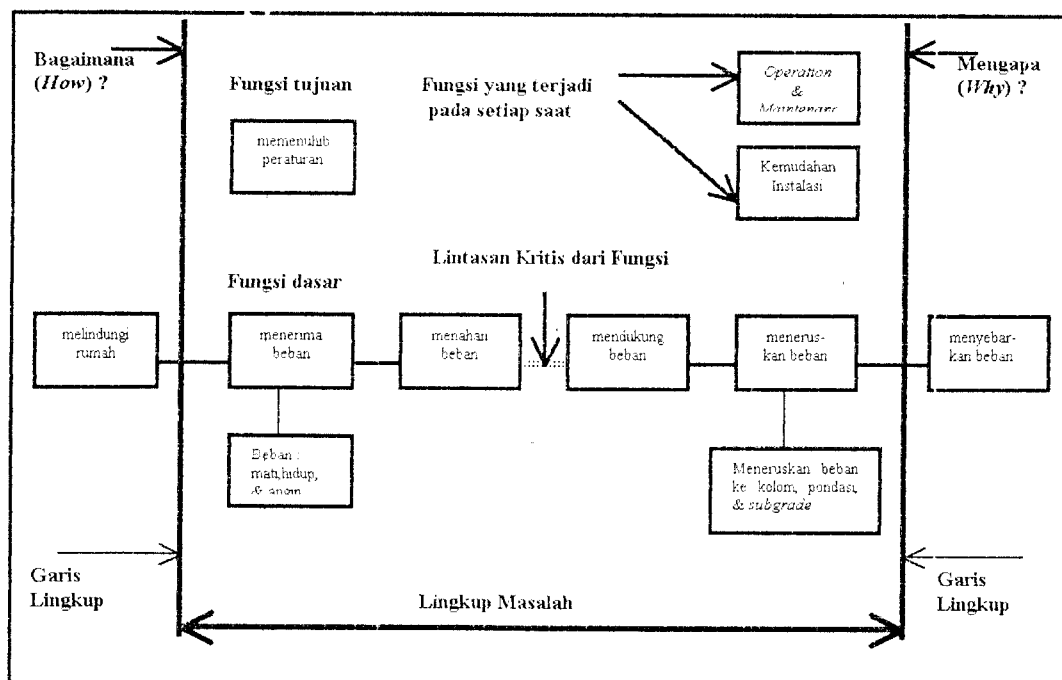
Timur : Rumah penduduk Dusun Karang Jenjem

Selatan : Ruas jalan aspal Dusun Clumprit

Barat : Kuburan umum Dusun Plumbon

3. Luas Bangunan dan Tanah : 70 m² dan 140 m²
4. Fungsi Kuda-kuda : Menahan beban
5. Fungsi Penutup Atap : Menerima beban
6. Fungsi Atap : Melindungi rumah
7. Keadaan Tanah : Baik
8. Topografi : Tanah sedikit berbukit
9. Biaya : PT. Saka Yasa Paramartha
10. Bagian Yang Akan Ditinjau : Konstruksi rangka atap (asli = kayu Bangkirai)

Penutup atap (asli = genteng beton berwarna)



Gambar 5.1. Diagram FAST Pekerjaan Atap Proyek

5.3. Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin karena semakin banyak ide-ide semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi analisis nilai. Ide-ide kreatif bagi rangka atap (kuda-kuda) usulan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3.1. Sedangkan untuk ide-ide alternatif penutup atap dapat dilihat pada tabel 5.3.2.

Tabel 5.3.1. Ide-ide Alternatif Kuda-kuda

NO	NAMA KUDA-KUDA	JENIS MATERIAL	METODE PELAKSANAAN
1	Rangka baja siku ganda	Baja profil L	Pabrikasi
2	Beton konvensional	Beton cor (bertulang)	Non pabrikasi
3	Kuda-kuda bambu	Bambu petung	Non pabrikasi
4	Kuda-kuda glugu	Kayu kelapa (glugu)	Non pabrikasi
5	Gunungan	Batu bata merah	Non pabrikasi

Tabel 5.3.2. Ide-ide Alternatif Penutup Atap

NO	NAMA PENUTUP ATAP	JENIS MATERIAL	METODE PELAKSANAAN
1	Asbes bergelombang	Plat semen berserat	Pabrikasi
2	Seng bergelombang	Seng	Pabrikasi
3	Atap bambu	Bambu	Non pabrikasi
4	Genteng biasa	Tanah liat	Pabrikasi
5	Atap sirap	Serat kayu	Pabrikasi

5.4. Tahap Penilaian/Analisis (*Judgement Phase*)

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditabelkan pada tahapan sebelumnya, mulai dilakukan penilaian dan analisis, pada tahap sebelumnya sengaja tidak dilakukan agar pemikiran kreatif tidak terhalang. Pada tahapan ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan, yaitu tahapan pertama dan tahapan kedua. Tahapan pertama menganalisis dengan metode untung rugi dan analisis kelayakan, selanjutnya tahap kedua dievaluasi dengan analisis matriks.

5.4.1. Tahap Analisis Untung Rugi

Pada proses analisis ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan (+) dan kerugian (-) terhadap beberapa kriteria. Pada tabel berikut ini ide-ide dianalisis dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pemilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahap ini, penganalisan masih bersifat sangat kasar karena bentuk penilaian yang kaku, hanya keuntungan (+) dan (-) kerugian.

Tabel 5.4.1 dan tabel 5.4.2 berikut membahas masalah analisis untung-rugi berdasarkan data hasil kuisisioner penelitian pada lampiran 9. Pada tabel tersebut, pemberian nilai (skala 1-4) pada kolom parameter penilaian tiap-tiap kriteria/ide alternatif berdasarkan data hasil penelitian kuisisioner yang dilakukan selama penelitian tugas akhir kepada 30 orang responden. Parameter yang mempunyai rangking tertinggi (I) diberi nilai 4 dan seterusnya hingga rangking terendah (IX) diberi nilai 1. Sebagai pedoman penentuan rangking (I-IX) parameter penilaian adalah data lampiran 10.b.

Tabel 5.4.1. Analisis Untung-Rugi Kuda-kuda

NO	PARAMETER PENILAIAN	BAHAN-BAHAN ALTERNATIF									
		BETON BERTULANG		BAMBU PETUNG		BAJA PROFIL L		KAYU GLUGU		GUNUNGAN	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal	4		4			4	4		4	
2	Waktu Pelaksanaan		3,5	3,5			3,5	3,5		3,5	
3	Daya Dukung	3			3	3			3	3	
4	Teknologi	2,5			2,5	2,5		2,5		2,5	
5	Sarana Kerja		2	2			2	2		2	
6	Pabrikasi	1,5			1,5	1,5			1,5	1,5	
7	Kemungkinan Diterapkan	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
8	Kemudahan Pelaksanaan		1	1			1	1		1	
9	Biaya Pemeliharaan	1			1		1		1	1	
Jumlah		13,5	6,5	12	8	8,5	11,5	14,5	5,5	20	0
JUMLAH TOTAL		+ 7 [III]		+ 4 [IV]		- 3 [V]		+ 9 [II]		+ 20 [I]	

Tabel 5.4.2. Analisis Untung-Rugi Penutup Atap

NO	PARAMETER PENILAIAN	BAILAN-BAHAN ALTERNATIF									
		ATAP SIRAP		ATAP BAMBU		ASBES GLB		SENG GLB		GENTENG TNH LIAT	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1	Biaya Awal		4		4	4		4		4	
2	Waktu Pelaksanaan		3,5	3,5		3,5		3,5		3,5	
3	Daya Dukung		3		3	3		3		3	
4	Teknologi		2,5		2,5	2,5		2,5		2,5	
5	Sarana Kerja	2		2		2		2		2	
6	Pabrikasi	1,5			1,5	1,5		1,5		1,5	
7	Kemungkinan Diterapkan	1,5			1,5	1,5			1,5	1,5	
8	Kemudahan Pelaksanaan		1	1		1		1		1	
9	Biaya Pemeliharaan		1		1		1		1	1	
Jumlah		5	15	6,5	13,5	19	1	17,5	2,5	20	0
JUMLAH TOTAL		- 10 [V]		- 7 [IV]		+ 18 [II]		+ 15 [III]		+ 20 [I]	

Keterangan :

- Angka Romawi (I-V) = ranking pemenang bahan-bahan alternatif.
- Pemberian nilai-nilai kriteria untung atau rugi [+/-] tersebut dengan skala nilai 1-4 berdasarkan jumlah pemilih terbanyak kriteria untung/rugi parameter penilaian hasil penelitian kuisisioner (lampiran 9).
- Mengenai ketidakcocokan atau alasan pokok penilaian tersebut dengan keadaan/kondisi nyata maka akan dibahas pada bab VI (Pembahasan).

5.4.2. Tahap Analisis Tingkat Kelayakan

Salah satu bentuk dari analisis ide-ide kreatif ini akan membahas penilaian kriteria dengan sangat subyektif karena sulit mendapatkan nilai yang sangat ideal. Sebaiknya diperlukan tim yang terdiri dari berbagai disiplin yang berpengalaman dibidangnya masing-masing. Analisis tingkat kelayakan untuk kuda-kuda dan penutup atap dapat dilihat pada tabel 5.5.1 dan tabel 5.5.2 berikut ini.

Tabel 5.5.1. Analisis Tingkat Kelayakan Kuda-kuda

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN							
Item : Rangka kuda-kuda Fungsi: Menahan beban							
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10							
A = Penggunaan Teknologi B = Biaya Pengembangan C = Kemungkinan Diterapkan				D = Waktu Pelaksanaan E = Keuntungan Biaya Potensial F = Sarana Alat Kerja			
TIPE KUDA-KUDA	A	B	C	D	E	F	TOTAL
Baja profil L	6	9	7	8	8	7	45 [V]
Beton bertulang (cor ditempat)	7	9	9	6	9	9	49 [III]
Bambu petung	8	7	8	8	7	8	46 [IV]
Kayu glugu	8	8	9	9	7	9	50 [II]
Gunungan (batu bata merah)	9	9	9	7	9	9	52 [I]

Tabel 5.5.2. Analisis Tingkat Kelayakan Penutup Atap

ANALISIS TINGKAT KELAYAKAN							
Item : Penutup atap Fungsi: Menerima beban							
Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 0-10							
A = Penggunaan Teknologi B = Biaya Pengembangan C = Kemungkinan Diterapkan				D = Waktu Pelaksanaan E = Keuntungan Biaya Potensial F = Sarana Alat Kerja			
TIPE PENUTUP ATAP	A	B	C	D	E	F	TOTAL
Atap sirap	8	5	9	7	7	7	43[IV]
Asbes bergelombang	9	7	9	9	8	9	51 [II]
Seng bergelombang	9	7	8	9	7	9	49 [III]
Atap bambu	8	6	7	8	6	8	43[IV]
Genteng tanah liat	9	8	9	8	9	9	52 [I]

Keterangan :

- a. Analisis tingkat kelayakan merupakan tahap analisis yang relatif bersifat lebih halus dibandingkan dengan analisis untung-rugi.
- b. Mengenai pemberian nilai masing-masing ide pada faktor-faktor yang tercantum diatas akan dibahas pada bab VI (Pembahasan).

5.4.3. Tahap Analisis Matriks

5.4.3.1. Penentuan Kriteria

Pada tahap kedua dari analisis ini, ditentukan kriteria seperti halnya pada analisis tahap pertama. Kriteria ini diolah untuk mengidentifikasi penutup atap dan rangka kuda-kuda, yaitu parameter-parameter dari kriteria desain penutup atap dan kuda-kuda. Untuk mendapatkan hasil yang baik diperlukan pemahaman

yang mendalam baik melalui literatur, konsultasi dengan ahli tentang struktur kuda-kuda, dan berdasarkan ketentuan-ketentuan yang berlaku di Indonesia.

Dari ringkasan analisis sebelumnya dan seleksi dari parameter-parameter yang ada maka dibuat suatu kriteria atau sifat yang dilakukan dengan proses perbandingan berpasangan. Parameter-parameter yang ada pada penelitian ini adalah sebanyak 9 parameter/kriteria. Kemudian diambil suatu penilaian, yaitu kriteria yang mempunyai rangking tertinggi (I) diberi nilai tertinggi sesuai dengan banyaknya kriteria (9) dan seterusnya hingga kriteria rangking terendah (IX) diberi nilai terendah (1). Untuk lebih jelasnya lihat lampiran 10.a dan 10.b.

Parameter-parameter yang diambil berdasarkan urutan pentingnya kriteria pada data lampiran hasil kuisioner (lampiran 10.b) dengan penilaian berikut :

1. Biaya Pelaksanaan	= 241
2. Waktu Pelaksanaan	= 234
3. Daya Dukung	= 192
4. Teknologi	= 167
5. Sarana Kerja	= 135
6. Pabrikasi	= 130
7. Kemungkinan Diterapkan	= 119
8. Kemudahan Pelaksanaan	= 92
9. Biaya Pemeliharaan	= 88

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisis dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan PHA.

5.4.3.2. Analisis Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data

Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji keabsahannya dengan uji konsistensi serta menentukan bobot dari masing-masing parameter. Variabel parameter tersebut adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a. A ₁ = Biaya Pelaksanaan | f. A ₆ = Pabrikasi |
| b. A ₂ = Waktu Pelaksanaan | g. A ₇ = Kemungkinan Diterapkan |
| c. A ₃ = Daya Dukung | h. A ₈ = Kemudahan Pelaksanaan |
| d. A ₄ = Teknologi | i. A ₉ = Biaya Pemeliharaan |
| e. A ₅ = Sarana Kerja | |

Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan (MPB, berdasarkan tabel 3.1) seperti berikut.

a. Menghitung Matriks I :

<u>MPB</u>										<u>Matriks I</u>		<u>VP</u>
X	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9			
A1	1	1	1	1	2	2	2	3	3		1,6083	0,1685
A2	1	1	1	1	1	2	2	2	3		1,5375	0,1610
A3	1	1	1	1	1	1	2	2	2		1,2599	0,1320
A4	1	1	1	1	1	1	1	2	2	langkah	1,1665	0,1222
A5	1/2	1	1	1	1	1	1	1	2	[1]	1,0000	0,1047
A6	1/2	1/2	1	1	1	1	1	1	1		0,8572	0,0898
A7	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	1	1		0,7937	0,0831
A8	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	1		0,7025	0,0736
A9	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1		0,6218	0,0651
											$\Sigma = 9,5474$	

Keterangan : langkah [1] & [2] berdasarkan rumus 3.1 & 3.2 pada Bab III

b. Menghitung Matriks II :

	<u>MPB</u>									<u>VP</u>	<u>Matriks II</u>		
<u>X</u>	<u>A1</u>	<u>A2</u>	<u>A3</u>	<u>A4</u>	<u>A5</u>	<u>A6</u>	<u>A7</u>	<u>A8</u>	<u>A9</u>				
<u>A1</u>	1	1	1	1	2	2	2	3	3	X	0,1685	=	1,5550
<u>A2</u>	1	1	1	1	1	2	2	2	3		0,1610		1,3767
<u>A3</u>	1	1	1	1	1	1	2	2	2		0,1320		1,2218
<u>A4</u>	1	1	1	1	1	1	1	2	2		0,1222		1,1387
<u>A5</u>	1/2	1	1	1	1	1	1	1	2		0,1047		0,9809
<u>A6</u>	1/2	1/2	1	1	1	1	1	1	1		0,0898		0,8353
<u>A7</u>	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	1	1		0,0831		0,7693
<u>A8</u>	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	1		0,0736		0,6745
<u>A9</u>	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1		0,0651		0,5899

c. Matriks Nilai Prioritas [*Eigen Value*, MNP]

<u>Matriks II</u>	<u>VP</u>	<u>MNP</u>
1,5550	0,1685	9,2285
1,3767	0,1610	8,5509
1,2218	0,1320	9,2561
1,1387	0,1222	9,3183
0,9809	0,1047	9,3687
0,8353	0,0898	9,3018
0,7693	0,0831	9,2575
0,6745	0,0736	9,1644
0,5899	0,0651	9,0614

$$\Sigma = 82,5076$$

Sehingga didapat :

$$1. \lambda = \Sigma (\text{MNP}) / n \approx (82,5076) / (9) = 9,1675$$

$$2. \text{CI} = (\lambda - n) / (n - 1) = (9,1675 - 9) / (9 - 1) = 0,0209$$

$$3. \text{CR} = \frac{\text{CI}}{\text{RI}} = \frac{0,0209}{1,45} = 0,0144 < 0,1 \text{ [Data Konsisten]}$$

Sehingga data-data yang berasal dari hasil analisis kuisioner tersebut merupakan data valid (konsisten). Dari hasil lampiran 10.b maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian (sesuai dengan hasil perhitungan vektor prioritas) terhadap pekerjaan atap (kuda-kuda dan penutup atap) dapat ditetapkan sesuai dengan urutan pada tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6. Penilaian Bobot Pekerjaan Atap Dengan PHA

NO RANGK.	KRITERIA/PARAMETER PENILAIAN	NILAI	BOBOT [%]
1	Biaya Awal Pelaksanaan	241	16,85
2	Waktu Pelaksanaan	234	16,10
3	Daya Dukung	192	13,20
4	Teknologi	167	12,22
5	Sarana Kerja	135	10,47
6	Pabrikasi	130	8,98
7	Kemungkinan Diterapkan	119	8,31
8	Kemudahan Pelaksanaan	92	7,36
9	Biaya Pemeliharaan	88	6,51
TOTAL		1398	100

Kriteria dalam tahap ini diberikan berdasarkan besarnya hasil proses hierarki analitis (PHA). Sedangkan skala penilaian terhadap kriteria tiap alternatif diberikan nilai antara 1 sampai dengan 4, sama dengan tingkatan penilaian Zimmerman (1982), yang mempunyai arti :

- a. Nilai 1 = Rendah (*poor*)
- b. Nilai 2 = Wajar (*fair*)
- c. Nilai 3 = Baik (*good*)
- d. Nilai 4 = Baik sekali (*excellent*)

Analisis matriks akan membahas 5 jenis rangka kuda-kuda dan penutup atap dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan dengan kriteria diatas. Penilaian diatas dilakukan dengan memberi nilai antara 1- 4 secara relatif dengan kuda-kuda asal dan penutup atap asal sebagai pembanding terhadap alternatif rangka kuda-kuda dan penutup atap dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada kemudian dijumlahkan.

Nilai total dari tipe kuda-kuda dan penutup atap tersebut secara rinci dapat dilihat pada tabel 5.7.1 untuk kuda-kuda dan tabel 5.7.2 untuk penutup atap berikut ini.

Tabel 5.7.1. Analisis Matriks Kuda-kuda

Proyek : Perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta		TAHAPAN ANALISIS									
ANALISIS MATRIKS											
Sistem : Struktur Atap Item : Kuda-kuda Fungsi : Menahan beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Pelaksanaan B = Waktu Pelaksanaan C = Daya Dukung D = Teknologi E = Sarana Kerja						F = Pabrikasi G = Kemungkinan Diterapkan H = Kemudahan Pelaksanaan I = Biaya Pemeliharaan					
N O	KRITERIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ
	Bobot didapat dari analisis dengan PHA	16,85 %	16,10 %	13,20 %	12,22 %	10,47 %	8,98 %	8,31 %	7,36 %	6,51 %	100 %
1	Kuda-kuda baja profil L	1 16,85	3 48,30	3 41,19	3 36,66	3 31,41	3 26,94	3 24,93	2 14,72	3 19,53	25 (III) 255,61
2	Kuda-kuda beton cor	2 33,70	1 16,10	3 41,19	3 36,66	3 31,41	2 17,96	3 24,93	2 14,72	4 26,04	25 (IV) 254,37
3	Kuda-kuda bambu petung	3 50,55	3 48,30	2 27,46	3 36,66	1 10,47	2 17,96	2 16,62	1 7,36	2 13,02	18 (V) 225,34
4	Kuda-kuda kayu glugu	3 50,55	3 48,30	2 27,46	3 36,66	3 31,41	3 26,94	3 24,93	3 22,08	2 13,02	25 (II) 280,29
5	Kuda-kuda gunung	4 67,40	2 32,20	3 41,19	4 48,88	3 31,41	3 26,94	3 24,93	3 22,08	4 26,04	29 (I) 319,48

Tabel 5.7.1. Analisis Matriks Kuda-kuda

Proyek : Perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta		TAHAPAN ANALISIS									
ANALISIS MATRIKS											
Sistem : Struktur Atap Item : Kuda-kuda Fungsi : Menahan beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Pelaksanaan B = Waktu Pelaksanaan C = Daya Dukung D = Teknologi E = Sarana Kerja						F = Pabrikasi G = Kemungkinan Diterapkan H = Kemudahan Pelaksanaan I = Biaya Pemeliharaan					
N O	KRITERIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ
	Bobot didapat dari analisis dengan PHA	16,85 %	16,10 %	13,20 %	12,22 %	10,47 %	8,98 %	8,31 %	7,36 %	6,51 %	100 %
1	Kuda-kuda baja profil L	1 16,85	3 48,30	3 41,19	3 36,66	3 31,41	3 26,94	3 24,93	2 14,72	3 19,53	25 (III) 255,61
2	Kuda-kuda beton cor	2 33,70	1 16,10	3 41,19	3 36,66	3 31,41	2 17,96	3 24,93	2 14,72	4 26,04	25 (IV) 254,37
3	Kuda-kuda bambu petung	3 50,55	3 48,30	2 27,46	3 36,66	1 10,47	2 17,96	2 16,62	1 7,36	2 13,02	18 (V) 225,34
4	Kuda-kuda kayu glugu	3 50,55	3 48,30	2 27,46	3 36,66	3 31,41	3 26,94	3 24,93	3 22,08	2 13,02	25 (II) 280,29
5	Kuda-kuda gunung	4 67,40	2 32,20	3 41,19	4 48,88	3 31,41	3 26,94	3 24,93	3 22,08	4 26,04	29 (I) 319,48

Tabel 5.7.2. Analisis Matriks Penutup Atap

Proyek : Perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta		TAHAPAN ANALISIS									
ANALISIS MATRIKS											
Sistem : Struktur Atap Item : Penutup atap Fungsi : Menerima beban											
Pemilihan dan Penilaian Ide-ide Kriteria Terbaik											
A = Biaya Pelaksanaan B = Waktu Pelaksanaan C = Daya Dukung D = Teknologi E = Sarana Kerja						F = Pabrikasi G = Kemungkinan Diterapkan H = Kemudahan Pelaksanaan I = Biaya Pemeliharaan					
NO	KRITERIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ
	Bobot didapat dari analisis dengan PHA	16,85 %	16,10 %	13,20 %	12,22 %	10,47 %	8,98 %	8,31 %	7,36 %	6,51 %	100 %
1	Atap siap	2 33,70	2 32,20	2 26,40	3 36,66	3 31,41	4 35,92	3 24,93	2 14,72	2 13,02	24 (IV) 248,96
2	Atap asbes gelombang	2 33,70	3 48,3	3 39,60	3 36,66	3 31,41	4 35,92	4 33,24	3 22,08	3 19,53	29 (II) 312,66
3	Atap seng gelombang	2 33,70	3 48,3	3 39,60	3 36,66	3 31,41	4 35,92	3 24,93	3 22,08	2 13,02	28 (III) 297,84
4	Atap bambu	3 50,55	2 32,20	2 26,40	2 23,9	3 31,41	2 17,96	1 8,31	2 14,72	1 6,51	17 (V) 221,48
5	Atap genteng tanah liat	3 50,55	3 48,3	3 39,60	4 48,88	3 31,41	4 35,92	4 33,24	3 22,08	3 19,53	32 (I) 353,41

Keterangan :

- Mengenai penilaian akan dibahas pada bab VI (Pembahasan).
- Dari analisis matriks yang telah dilakukan terlihat bahwa desain kuda-kuda yang mempunyai nilai tertinggi adalah kuda-kuda gunung dengan skor 319,48% (3,1948). Sedangkan untuk penutup atapnya adalah atap genteng tanah liat dengan skor 353,41% (3,5341).

Oleh karena itu dipilih 2 alternatif bahan pekerjaan atap sebagai alternatif pengganti bahan-bahan terpakai (asli). Dari hasil penilaian yang dilakukan peneliti maka diperoleh hasil gunungan dan kayu glugu sebagai pemenang pertama dan kedua item pekerjaan kuda-kuda, serta genteng tanah liat dan asbes bergelombang sebagai pemenang pertama dan kedua item pekerjaan penutup atap. Lalu masing-masing pemenang alternatif kesatu dan kedua tiap-tiap item saling dikombinasikan pada tahap pengembangan. Atap genteng tanah liat dengan kuda-kuda gunungan (kombinasi I), atap genteng tanah liat dengan kuda-kuda glugu (kombinasi II), atap asbes bergelombang dengan kuda-kuda gunungan (kombinasi III) serta atap asbes bergelombang dengan kuda-kuda glugu (kombinasi IV).

5.5. Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Pada tahapan ini, ide-ide alternatif yang terpilih pada tahap sebelumnya dipertimbangkan keuntungan, kerugian, kelayakan, dan pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang akan mempengaruhi terhadap penilaian. Di dalam tahap ini akan dilanjutkan dengan penentuan perhitungan biaya yang potensial bagi alternatif terpilih yang akan memberi jalan pada pengembangan pemecahan yang bisa diterapkan. Sebagai asumsi bagi perhitungan biaya pada seluruh pekerjaan atap (kuda-kuda dan penutup atap) dipergunakan harga pada saat ini yang didapat dari produsen pembuat bahan bangunan untuk kuda-kuda dan penutup atap alternatif terpilih (alternatif I dan alternatif II, diperoleh dari 2 macam kombinasi pekerjaan atap yang menghasilkan penghematan inisial/IC dan tahunan/AC terbesar pertama dan kedua).

5.5.1. Perhitungan Konstruksi

Analisis teknik dilakukan terhadap ide-ide alternatif bahan bangunan terpilih pada pekerjaan atap. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui segi teknis dari ide-ide alternatif tersebut dengan tahapan analisis teknik adalah dengan menghitung dan mencari :

1. Pembebanan pada kuda-kuda alternatif I dan II (beban akibat penutup atap alternatif I & II, gording, reng, usuk, dan angin) menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PBI, 1983).
2. Dimensi rangka kuda-kuda alternatif dengan cara coba-coba (*trial and error*) dan gaya-gaya batang rangka kuda-kuda (hitungan konstruksi) dengan menggunakan program aplikasi komputer *Microfeap* pada kuda-kuda alternatif I dan kuda-kuda alternatif II (lampiran 7.a dan 7.b).
3. RAB (*cost model*) pekerjaan atap alternatif I dan II (lampiran 8.b dan 8.c).

Lebih jelasnya mengenai hasil perhitungan-perhitungan diatas (perhitungan pembebanan dan dimensi) dapat dilihat pada lampiran 7.a dan 7.b. Berikut ini merupakan hasil hitungan pada ide-ide alternatif bahan bangunan yang terpilih:

1. Rangka Kuda-kuda Gunungan Batu Bata Merah

Tabel 5.8.1. Spesifikasi Kuda-kuda Gunungan

LEBAR BENTANGAN (m)	SUDUT ATAP	BERAT SENDIRI (Kg/cm ²)	DIMENSI B. GEIFEL (cm)	HARGA (Rp)
2,0	35°	Dinding pas. bata = 250 Balok geifel = 2400	Untuk balok diagonal dan vertikal = 15/15 Balok datar = 20/15	394.840,91
3,0				592.261,36
6,0				1.184.522,73
TOTAL				2.171.625,00

2. Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu

Tabel 5.8.2. Spesifikasi Kuda-kuda Kayu Glugu

LEBAR BENTANGAN (m)	SUDUT ATAP	TEG. IZIN (Kg/cm ²)	DIMENSI (cm)	DIA. BAUT (mm)	HARGA (Rp)
2,0	35°	$\tau = 8$	8/14	12,7	400.409,09
3,0		$\sigma_{tr} = \sigma_{ds} = 60$			600.613,64
6,0		$\sigma_{lt} = 75$			1.201.227,27
TOTAL					2.202.250,00

3. Penutup Atap Genteng Biasa dan Asbes Bergelombang

Tabel 5.9. Spesifikasi Penutup Atap Genteng Biasa dan Asbes Bergelombang

NAMA PENUTUP ATAP	VOLUME EFEKTIF	BERAT SENDIRI (Kg/m ²)	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA TOTAL (Rp)
Genteng Biasa (Sokka, 27 x 35 cm ²)	1.562,58 genteng	50	Per biji = 500	781.290,00
Asbes Bergelombang (1,22 x 2,44 m ²)	31,85 lembar	11	Per lembar = 32.000	1.019.200,00

Adapun harga asli untuk kuda-kuda dan penutup atap asli (terpakai) dapat dilihat pada tabel 5.10.1 dan tabel 5.10.2 berikut ini.

Tabel 5.10.1. Spesifikasi Kuda-kuda Kayu Bangkirai

LEBAR BENTANGAN (m)	SUDUT ATAP	TEG. IZIN (Kg/cm ²)	DIM. (cm)	DIA. BAUT (mm)	HARGA TOTAL (Rp)
2,0 m	35°	$\tau = 12$	8/14	12,7	552.583,64
3,0 m		$\sigma_{tr} = \sigma_{ds} = 85$			828.875,46
6,0 m		$\sigma_{lt} = 100$			1.657.750,91
TOTAL					3.039.210,00

Tabel 5.10.2. Spesifikasi Penutup Atap Genteng Beton Berwarna

NAMA PENUTUP ATAP	VOLUME EFEKTIF	BERAT SENDIRI (Kg/m ²)	HARGA SATUAN (Rp)	HARGA TOTAL (Rp)
Genteng Beton (30 x 40 cm ²)	937,548 buah	50	1.000	937.548,00

Untuk lebih jelasnya tentang harga total bagi bahan bangunan alternatif terpilih disusun berdasarkan rangking penghematan inisial dan tahunan pada pekerjaan atap kombinasi, yaitu kuda-kuda gunung dengan atap genteng biasa (kombinasi I) serta kuda-kuda kayu glugu dengan atap asbes bergelombang (kombinasi II), dapat dilihat pada tabel *cost model* pada lampiran 8.A, 8.A.1, 8.A.2, 8.B, 8.B.1, dan 8.B.2.

5.5.2. Perhitungan Rasio (Ratio)

Rasio merupakan suatu nilai perbandingan antara biaya (*cost*) dengan harga (*worth*). Perhitungan rasio perlu dilakukan untuk dapat mengetahui apakah terjadi suatu penghematan atau tidak dalam studi analisis nilai ini. Hal ini dapat dilihat pada tabel 5.10.1 untuk alternatif bahan rangking I dan tabel 5.10.2 untuk alternatif bahan rangking II.

$$\text{Ratio (R)} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}} \quad (5.1)$$

Keterangan :

- a. $R > 1 \Rightarrow$ Tinjau rasio (*ratio*)
- b. $1-R-2 \Rightarrow$ Ada penghematan jika diadakan analisis nilai (namun tidak begitu signifikan), akan tetapi terjadi penghematan jika dipakai studi rekayasa nilai sejak awal desain.

- c. $R > 2 \Rightarrow$ Ada penghematan jika diadakan analisis nilai
- d. $R = 1 \Rightarrow$ Biaya minimum yang telah dikeluarkan telah dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan
- e. $R < 1 \Rightarrow$ Sesuatu yang tidak mungkin karena biaya yang dikeluarkan tidak dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan.

f. **Biaya (*Cost*)**

Adalah jumlah uang, waktu, tenaga, dan lain-lain yang diperlukan untuk memperoleh sesuatu produk, baik berupa barang atau jasa yang diinginkan (**biaya asli**).

g. **Harga (*Worth*)**

Adalah jumlah uang, waktu, dan lain-lain yang dibutuhkan untuk memperoleh suatu fasilitas dan memenuhi suatu fungsi. Atau dengan kata lain, harga (*worth*) adalah biaya terendah (*lowest cost*) yang memungkinkan dapat dibutuhkan untuk membentuk fungsi (**biaya alternatif**).

Dari pemenang alternatif I dan II dari pekerjaan kuda-kuda (gunungan dan glugu) serta penutup atap (genteng tanah liat dan asbes bergelombang) dilakukan kombinasi antar pemenang tersebut sehingga didapatkan :

- a. Kombinasi I = atap genteng tanah liat dan kuda-kuda gunungan
- b. Kombinasi II = atap genteng tanah liat dan kuda-kuda kayu glugu
- c. Kombinasi III = atap asbes bergelombang dan kuda-kuda gunungan
- d. Kombinasi IV = atap asbes bergelombang dan kuda-kuda kayu glugu

Tabel 5.11.1. Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi I dengan Rangka Kuda-kuda Gunungan dan Penutup Atap Genteng Tanah Liat

ANALISIS FUNGSI					TAHAP PENGEMBANGAN	
Item = Atap Fungsi = Melindungi rumah						
NO	DESKRIPSI	FUNGSI			BIAYA [B] (Rp)	HARGA [H] (Rp)
		KT. KERJA	KT. BENDA	JENIS		
1	Kuda-kuda Gunungan	Menahan	Beban	P	3.309.210,00	2.171.625,00
2	Penutup atap Genteng tanah liat	Menerima	Beban	P	5.709.500,00	4.899.813,00
TOTAL =					8.748.710	7.071.438
P= Primer S = Sekunder				Fungsi utama mempunyai rasio (R) = B / H = 1,24		

Tabel 5.11.2. Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi II dengan Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu dan Penutup Atap Genteng Tanah Liat

ANALISIS FUNGSI					TAHAP PENGEMBANGAN	
Item = Atap Fungsi = Melindungi rumah						
NO	DESKRIPSI	FUNGSI			BIAYA [B] (Rp)	HARGA [H] (Rp)
		KT. KERJA	KT. BENDA	JENIS		
1	Kuda-kuda Kayu glugu	Menahan	Beban	P	3.309.210,00	2.202.250,00
2	Penutup atap Genteng tanah liat	Menerima	Beban	P	5.709.500,00	4.899.813,00
TOTAL =					8.748.710	7.102.063
P= Primer S = Sekunder				Fungsi utama mempunyai rasio (R) = B / H = 1,23		

Tabel 5.11.3. Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi III dengan Rangka Kuda-kuda Gunungan dan Penutup Atap Asbes Gelombang

ANALISIS FUNGSI					TAHAP PENGEMBANGAN	
Item = Atap Fungsi = Melindungi rumah						
NO	DESKRIPSI	FUNGSI			BIAYA [B] (Rp)	HARGA [H] (Rp)
		KT. KERJA	KT. BENDA	JENIS		
1	Kuda-kuda Gunungan	Menahan	Beban	P	3.039.210,00	2.171.625,00
2	Penutup atap Asbes gelombang	Menerima	Beban	P	5.709.500,00	5.153.152,00
TOTAL =					8.748.710,00	7.324.777,00
P= Primer S = Sekunder				Fungsi utama mempunyai rasio (R) = B / H = 1,19		

Tabel 5.11.4. Analisis Fungsi Pekerjaan Atap Kombinasi IV dengan Rangka Kuda-kuda Kayu Glugu dan Penutup Atap Asbes Gelombang

ANALISIS FUNGSI					TAHAP PENGEMBANGAN	
Item = Atap Fungsi = Melindungi rumah						
NO	DESKRIPSI	FUNGSI			BIAYA [B] (Rp)	HARGA [H] (Rp)
		KT. KERJA	KT. BENDA	JENIS		
1	Kuda-kuda Kayu glugu	Menahan	Beban	P	2.889.030,00	2.202.250,00
2	Penutup atap Asbes gelombang	Menerima	Beban	P	5.426.000,00	5.153.152,00
TOTAL =					8.315.030,00	7.355.402,00
P= Primer S = Sekunder				Fungsi utama mempunyai rasio (R) = B / H = 1,13		

Berdasarkan hasil rasio pada keempat tabel diatas maka disimpulkan bahwa :

Alternatif Kombinasi I, II, III, maupun IV mempunyai rasio diantara 1-2, sehingga penghematan yang terjadi tidak terlalu signifikan (besar) jika dibandingkan dengan menggunakan studi rekayasa nilai sejak awal desain.

5.5.3. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk pemeliharaan atau perawatan selama umur rencana konstruksi. Biaya pemeliharaan ini dijabarkan dalam tabel 5.12 berikut, yaitu pada kuda-kuda asli (terpakai, bangkirai) dan kuda-kuda alternatif terpilih (gunungan dan kayu glugu) serta pada penutup atap terpakai (genteng beton) dan penutup atap alternatif terpilih (genteng tanah liat dan asbes bergelombang).

Dengan asumsi bahwa pada kuda-kuda kayu bangkirai membutuhkan biaya pengecatan cat dasar kayu (menie) dan kayu glugu membutuhkan biaya pengecatan dengan ter (residu) sebelum pemasangan dan pada setiap 10 tahun sekali masa perawatan agar tahan terhadap rayap, sedangkan gunungan tidak membutuhkan biaya perawatan. Penutup atap genteng beton, genteng tanah liat, dan asbes bergelombang perlu diberi cat setelah pemasangan dan sewaktu pemeliharaan setiap 10 tahun sekali agar dapat tahan lama terhadap sinar matahari, lumut, dan air hujan.

Tabel 5.12. Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang (*Present Worth, PW*)

NAMA ITEM	VOLUME	HARGA PER Kg BAHAN PENGAWET		HARGA PW (Rp)
		CAT DASAR (Rp)	TER (Rp)	
1. Kuda-kuda Terpakai	10 kg	7.500	-	75.000,00
2. Kuda-kuda Gunung	0 kg	-	-	0
3. Kuda-kuda Kayu Glugu	10 kg	-	7.500	75.000,00
1. Atap Genteng Beton	10 kg	13.000	-	130.000,00
2. Atap Genteng Biasa	10 kg	13.000	-	130.000,00
3. Atap Asbes Bergelombang	10 kg	13.000	-	130.000,00

5.5.4. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi dalam jangka waktu tertentu ($n = 25$ tahun) yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan. Biaya dihitung dengan asumsi tingkat suku bunga dan inflasi (i) sebesar 15 % per tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang sebesar :

$$CRF = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{15\% \cdot (1+15\%)^{25}}{(15\% + 1)^{25} - 1} = 0,1547$$

Tabel 5.13 dan tabel 5.14 berikut menyajikan biaya yang dikeluarkan untuk keseluruhan item pekerjaan atap pada bangunan yang ditinjau agar dapat dilihat penghematan serta biaya siklus hidup dari rangka kuda-kuda dan penutup atap alternatif.

Tabel 5.13. Harga Rangka Kuda-kuda dan Penutup Atap Keseluruhan dan Penghematan (*Initial Cost, IC*)

NAMA ITEM	HARGA [IC] (Rp)	PENGHEMATAN (Rp)
1. Pek. Atap Terpakai [A]	8.748.710,00	0
2. Pek. Atap Kombinasi I [B]	7.071.438,00	1.677.272,00
3. Pek. Atap Kombinasi II [C]	7.102.063,00	1.646.647,00
4. Pek. Atap Kombinasi III [D]	7.324.777,00	1.423.933,00
5. Pek. Atap Kombinasi IV [E]	7.355.402,00	1.393.308,00

Tabel 5.14. Biaya Siklus Hidup Rangka Kuda-kuda (*Annual Cost, AC*)

KET	A	B	C	D	E
Amortisasi PV = CRF x IC	1.353.425,44	1.093.951,46	1.098.689,15	1.133.143,00	1.137.880,69
Biaya Pemeliharaan Kuda-kuda	75.000,00	0	75.000,00	0	75.000,00
Biaya Pemeliharaan Penutup Atap	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00
Biaya Penggantian	0	0	0	0	0
TOTAL (Rp)	1.558.425,44	1.223.951,46	1.303.689,15	1.263.143,00	1.342.880,69

Adapun besarnya penghematan untuk *annual cost* (AC) pada pekerjaan atap adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi I (Atap genteng tanah liat & kuda-kuda gunung, B) :

$$= \text{Rp. } 1.558.425,44 - \text{Rp. } 1.223.951,46 = \text{Rp. } 334.473,98 \quad (I)$$

2. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi II (Atap genteng tanah liat & kuda-kuda glugu, C) :

$$= \text{Rp. } 1.558.425,44 - \text{Rp. } 1.303.689,15 = \text{Rp. } 254.736,29 \quad (\text{III})$$

3. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi III (Atap asbes bergelombang & kuda-kuda gunungan, D) :

$$= \text{Rp. } 1.558.425,44 - \text{Rp. } 1.263.143,00 = \text{Rp. } 295.282,44 \quad (\text{II})$$

4. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi IV (Atap asbes bergelombang & kuda-kuda glugu, E) :

$$= \text{Rp. } 1.558.425,44 - \text{Rp. } 1.342.880,69 = \text{Rp. } 215.544,75 \quad (\text{IV})$$

Oleh karena itu, dari keempat alternatif kombinasi pemenang bahan bangunan alternatif I dan II dari tiap-tiap item alternatif penutup atap & kuda-kuda, diperoleh pemenang kombinasi dari pekerjaan atap alternatif I & II dari tiap-tiap item berdasarkan penghematan AC-nya, yaitu :

- a. Pemenang I = Pekerjaan kombinasi I [B], dengan AC = Rp. 334.473,98
- b. Pemenang II = Pekerjaan kombinasi III [D], dengan AC = Rp. 295.282,44
- c. Pemenang III = Pekerjaan kombinasi II [C], dengan AC = Rp. 254.736,29
- d. Pemenang IV = Pekerjaan kombinasi IV [E], dengan AC = Rp. 215.544,75

5.6. Tahap Presentasi/Rekomendasi (*Recommendation Phase*)

Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan yang merupakan tahapan paling akhir dari studi analisis nilai. Tahap ini merupakan penentu sukses atau tidaknya studi analisis nilai yang dilaksanakan. Dalam tahapan ini gambaran tentang analisis nilai (V.A) pada pekerjaan atap (kuda-kuda

dan penutup atap) dibuat dalam suatu bentuk laporan proposal analisis nilai, yaitu suatu ringkasan hasil studi analisis nilai dengan mengajukan laporan secara tertulis (*Proposal Summary Report*) yang berupa perbandingan konsep sebelum dilakukan studi analisis nilai (asli/terpakai) dengan konsep alternatif yang diajukan setelah dilakukan studi analisis nilai.

Didalam ringkasan laporan tersebut juga tercantum besarnya penghematan *Initial Cost* (IC) dan *Annual Cost* (AC) dari alternatif-alternatif yang diajukan. Ringkasan tersebut dapat dilihat berikut ini.

Proposal Analisis Nilai No : 1	Tanggal :
Pekerjaan Atap (Kuda-kuda dan Penutup Atap)	
<p>I. Umum</p> <p>Pada studi analisis nilai ini, yang dibahas pada pekerjaan atap adalah perbandingan antara kuda-kuda bangkirai dan penutup atap genteng beton (terpakai) dengan kuda-kuda gunungan dan penutup atap genteng tanah liat (alternatif I) serta kuda-kuda glugu dan penutup atap asbes bergelombang (alternatif II). Disini tidak membahas struktur lainnya seperti gording, usuk, reng, dan aksesoris lainnya secara mendetail.</p> <p>Oleh karena itu dimensi kuda-kuda alternatif I dan II diperkirakan dengan pendekatan terhadap standar perencanaan awal dimensi yang berlaku yang berasal dari spesifikasi teknis dari produsen. Harga desain yang dipakai adalah harga saat ini yang didapat dari produsen.</p>	
<p>II. Tata Letak Bangunan</p> <p>Tata letak bangunan rumah tipe 70 adalah sesuai dengan desain aslinya (tidak mengubah desain) sehingga denah yang dipergunakan untuk kuda-kuda alternatif dan asli adalah sama. Adapun bentuk/gambar desain kuda-kuda alternatif I dan II dapat dilihat pada lampiran 6b, 6c, 7a, dan 7b.</p>	
<p>III. SPESIFIKASI</p> <p>Spesifikasi/model desain asli kuda-kuda dan penutup atap pada proyek perumahan Griya Saka Permai tipe 70 di Yogyakarta adalah :</p> <p>a. Model Atap = Pelana</p> <p>b. Sudut Kemiringan Atap = 35°</p> <p>c. Bahan Kuda-kuda = Kayu Bangkirai</p> <p>d. Bahan Penutup Atap = Genteng Beton Berwarna</p>	

Proposal Analisis Nilai No: 2	Tanggal :
Pekerjaan Atap	
Item : Kuda-kuda & Penutup Atap	Fungsi : Melindungi ruangan (rumah)
<p style="text-align: center;"><u>Konsep Sebelum Studi :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kuda-kuda kayu bangkirai menggunakan rangka menerus sepanjang tumpuan kuda-kuda. 2. Penutup atap memakai genteng beton berwarna. 3. Daya dukung baik, biaya mahal, dan waktu pelaksanaan cepat. 4. Bahan-bahan bangunan yang digunakan mudah didapat di pasaran. 5. Ukuran/dimensi : <ol style="list-style-type: none"> a. Kuda-kuda = 8/14 b. Gording = 8/12 c. Usuk = 5/7 d. Reng = 3/5 e. Genteng beton = 30 x 40 cm² 	<p style="text-align: center;"><u>Konsep Alternatif Yang Diajukan :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Kuda-kuda & Penutup Atap Alt. I : <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur kuda-kuda menggunakan gunungan bata merah dengan memakai beton geifel. 2. Penutup atap memakai genteng tanah liat. 3. Daya dukung baik, biaya lebih murah, dan waktu pelaksanaan cepat. 4. Bahan-bahan bangunan mudah didapat di pasaran. 5. Ukuran/dimensi : <ol style="list-style-type: none"> a. Gunungan = ½ bata (15 cm) b. Balok geifel horisontal = 20/15 c. Balok geifel diagonal = 15/15 d. Balok geifel tegak = 15/15 e. Genteng tanah liat (sokka) = 27 x 35 cm² f. Gording = 8/12 g. Usuk = 5/7 h. Reng = 3/5 b. Kuda-kuda & Penutup Atap Alt. II : <ol style="list-style-type: none"> 1. Kuda-kuda kayu glugu menggunakan rangka menerus sepanjang tumpuan kuda-kuda. 2. Penutup atap memakai asbes gelombang. 3. Daya dukung baik, biaya relatif mahal, dan waktu pelaksanaan cepat. 4. Bahan-bahan bangunan mudah didapat di pasaran. 5. Ukuran/dimensi : <ol style="list-style-type: none"> a. Kuda-kuda = 8/14 b. Gording = 8/12 c. Usuk = 5/7 d. Reng = 3/5 e. Asbes gelombang = 1,22 x 2,44 m²

Proposal Analisis Nilai No : 3		Tanggal :		
Penghematan Pada Pekerjaan Atap [Kuda-kuda & Penutup Atap]				
Taksiran Penghematan Inisial (Rp) [<i>Estimated Initial Saving</i>]				
A	B	C	D	E
0,00	1.677.272,00	1.646.647,00	1.423.933,00	1.393.308,00
Taksiran Penghematan Biaya Siklus Hidup (Rp) [<i>Estimated Life Cycle Saving</i>]				
A	B	C	D	E
0,00	334.473,98	254.736,29	295.282,44	215.544,75

Berdasarkan ketiga proposal tersebut maka penelitian tentang "Aplikasi Analisis Nilai Pada Proyek Perumahan Griya Saka Permai Tipe 70 di Yogyakarta" yang dilakukan oleh peneliti selama tugas akhir ini disusun adalah berhasil dengan diperolehnya sejumlah penghematan, baik itu penghematan inisial dan biaya siklus hidup, pada pekerjaan atap alternatif, baik itu kombinasi I, II, III, dan IV. Sehingga terpilih sebagai pekerjaan alternatif atap I adalah alternatif kombinasi I (kuda-kuda gunung dan atap genteng tanah liat) sebagai pemenang, dengan cadangan apabila tidak disetujui *owner* adalah kombinasi III (kuda-kuda gunung dan atap asbes bergelombang). Namun untuk menghasilkan penghematan yang maksimal harus menerapkan studi rekayasa nilai sejak awal desain rencana.

BAB VI

PENIBAHASAN

Pembahasan dalam bab ini akan membahas mengenai sistem penilaian pada analisis keuntungan-kerugian (untung-rugi), analisis tingkat kelayakan, dan analisis matriks serta biaya siklus hidup.

6.1. Analisis Keuntungan-Kerugian (Untung-Rugi)

Sistem penilaian dengan teknik analisis untung-rugi ini dirasakan masih sangat kasar karena nilai yang diberikan hanya mempunyai 2 pilihan, yaitu nilai rugi (-) dan nilai untung (+) pada angka yang sudah diasumsikan. Misalnya untuk bahan yang mempunyai biaya awal mahal mempunyai nilai (- 4) dan yang mempunyai biaya awal murah mempunyai nilai (+ 4). Sedang nilai diantaranya, yaitu (-3, -2, -1, 0, 1, 2, dan 3) tidak terpakai.

Dengan demikian asumsi biaya terhadap bahan diberikan dengan sangat ekstrim, yaitu mahal atau murah saja, padahal selisih biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing bahan tidak seperti itu. Begitu juga pada penilaian kriteria-kriteria yang lain yang mendapat penilaian antara 2 kemungkinan saja. Hal ini mengakibatkan penganalisisan pada tahapan ini akurasinya kurang bisa diandalkan.

Pada pembahasan secara singkat mengenai sistem penilaian pada tabel 5.4.1 untuk kuda-kuda alternatif dan tabel 5.4.2 untuk penutup atap alternatif berikut hanya dibahas alasan/komentar mengenai penilaian kriteria pada kedua tabel di atas secara garis besarnya saja untuk rumah tipe 70 (sesuai dengan rangking parameter penilaian menurut hasil analisis kuisioner), yaitu :

a. Biaya Awal (mahal = -4 dan murah = +4)

Biaya awal kuda-kuda baja profil L dan atap sirap menurut hasil analisis kuisioner adalah mahal (nilai -4) karena harga beli bahan dan ongkos pesan dari pabrik ke proyek mahal jika dibandingkan dengan bahan-bahan alternatif lainnya, seperti kuda-kuda beton bertulang, bambu petung, kayu glugu, dan gunungan serta atap genteng tanah liat, asbes dan seng bergelombang adalah murah (+4). Namun nilai untuk penutup atap bambu petung adalah mahal (-4), seharusnya murah (+4), karena pemilihan bambu petung sebagai penutup atap, seperti halnya pemasangan asbes dan seng bergelombang, tidak memerlukan adanya reng dan usuk sehingga akan lebih murah jika dibandingkan dengan atap sirap.

b. Waktu Pelaksanaan (lambat = -3,5 dan cepat = +3,5)

Waktu pelaksanaan kuda-kuda bambu petung dan glugu serta atap bambu, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang adalah cepat (+3,5). Begitu juga dengan kuda-kuda baja profil L menurut hasil analisis kuisioner adalah lambat (-3,5), seharusnya cepat (+3,5). Hal itu berbeda dengan kuda-kuda gunungan, menurut hasil analisis kuisioner adalah cepat (+3,5), seharusnya lambat (-3,5), karena kuda-kuda baja profil L dirangkai diatas

tanah lalu dikontrol keatas dan tinggal menempatkan saja sebagai kuda-kuda sesuai dengan letak yang ditentukan. Kuda-kuda gunung harus mengecor bajok geifel terlebih dahulu sehingga akan memakan waktu yang lebih lama. Sedangkan untuk atap sirap adalah lambat, karena selain memasang gording, reng, dan usuk juga harus hati-hati dalam memasang sirap agar air hujan tidak mudah bocor.

c. Daya Dukung (lemah = -3 dan kuat = +3)

Daya dukung kuda-kuda beton bertulang, baja profil L, dan guntungan serta atap genteng tanah liat, asbes dan seng bergelombang adalah kuat (+3). Sedangkan menurut hasil analisis kuisioner, kuda-kuda dan atap bambu petung adalah lemah (-3), seharusnya kuat (+3), karena menurut Dr. Ir. Morisco (1999), kuat tarik dan kuat tekan bambu petung sangat tinggi. Begitu juga dengan kuda-kuda glugu adalah lemah (-3), seharusnya kuat (+3), karena glugu termasuk kelas kuat kayu III bahkan menurut Dr. Ir. Morisco ada pula yang masuk dalam kelas kuat kayu II. Daya dukung atap sirap menurut Heinz Frick dan Ch, Koestarmadi (1999) adalah kuat (+3), bukan lemah (-3), karena terbuat dari serat kayu Kalimantan yang keras (termasuk kelas kuat kayu antara I dan II).

d. Teknologi (baru = -2,5 dan lama = +2,5)

Teknologi yang digunakan pada pelaksanaan kuda-kuda beton bertulang, glugu, gunung serta atap genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang adalah lama (+2,5). Begitu pula dengan kuda-kuda baja profil L menggunakan teknologi lama (+2,5), bukan baru (-2,5), karena dipandang cukup

kuat dan aman hanya dengan menggunakan sambungan baut/las pada proses perakitannya. Sedangkan teknologi kuda-kuda bambu petung adalah baru (-2,5), bukan teknologi lama (+2,5), karena menurut Dr. Ir. Morisco (1999) akan kuat terhadap geser jika menggunakan bahan pengisi (beton) sebagai komposit, sekalipun hanya setempat saja. Adapun penutup atap bambu menggunakan teknologi lama (+2,5), bukan baru (-2,5), yaitu dengan jalan membelah bambu menjadi 2 bagian, menghilangkan buku-bukunya, kemudian saling ditopangkan berhadapan satu dengan yang lain sehingga membentuk penutup atap. Teknologi atap sirap adalah lama (+2,5), bukan baru (-2,5), karena belum ada teknik yang terbaru mengenai pemasangan sirap yang baik agar tidak mudah bocor, melainkan butuh kejelian dan ketelitian.

e. Sarana Kerja (tidak lengkap = -2 dan lengkap = +2)

Sarana kerja pekerjaan kuda-kuda beton bertulang yang tersedia menurut hasil analisis kuisioner adalah tidak lengkap (-2), seharusnya lengkap (+2), karena diproyek tersedia dengan mudah dan lengkap, seperti halnya pada pekerjaan kuda-kuda bambu petung, glugu, dan gunungan serta atap sirap, bambu, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang. Untuk kuda-kuda baja profil I, kurang tersedia dengan mudah dan lengkap (-2) pada pelaksanaan proyek, karena kuda-kuda tersebut dipandang kurang begitu komersial (boros biaya) untuk diterapkan pada proyek perumahan tersebut.

f. Pabrikasi (tidak = -1,5 dan ya = +1,5)

Kuda-kuda gunung dan bambu petung serta atap bambu merupakan bahan-bahan non pabrikasi (-1,5). Menurut hasil analisis kuisioner, beton bertulang yang dipakai pada kuda-kuda beton dan gunung merupakan beton pabrikasi (+1,5), namun dalam pelaksanaannya untuk menghasilkan biaya awal yang murah maka digunakan beton cor manual/bukan pabrikasi (-1,5). Sedangkan kuda-kuda baja profil L, serta penutup atap sirap, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang merupakan bahan-bahan pabrikasi (+1,5).

g. Kemungkinan Diterapkan (tidak mungkin = -1,5 dan mungkin = +1,5)

Menurut hasil analisis kuisioner, kuda-kuda bambu petung bisa diterapkan dalam proyek tersebut (+1,5), namun sangat sulit untuk diwujudkan karena sikap konsumen yang menganggap kuda-kuda bambu hanya cocok dipakai bagi rumah-rumah pedesaan, bukan rumah-rumah modern (-1,5). Begitu juga dengan penerapan atap bambu (-1,5). Sedangkan kuda-kuda beton bertulang, baja profil L, glugu, dan gunung serta penutup atap sirap, genteng tanah liat serta seng dan asbes bergelombang sangat layak direkomendasikan untuk diterapkan. Namun jika benar-benar ingin menerapkan kuda-kuda baja profil L dan penutup atap sirap harus memperhatikan biaya awal yang sangat boros.

h. Kemudahan Pelaksanaan (susah = -1 dan mudah = +1)

Kuda-kuda beton bertulang dan baja profil L serta atap sirap sangat sulit/tidak mudah untuk dilaksanakan (-1), karena memerlukan ketelitian dan

kejelian dalam perhitungan, penyambungan, dan penerapan konstruksi di lapangan. Sedangkan kuda-kuda glugu, bambu petung, dan gunungan serta atap bambu, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang dapat dengan mudah untuk dilaksanakan (+1).

i. Biaya Pemeliharaan (mahal = -1 dan murah = +1)

Menurut hasil analisis kuisisioner, biaya pemeliharaan kuda-kuda beton bertulang dan gunungan serta atap genteng tanah liat mempunyai biaya pemeliharaan yang murah (+1), khusus untuk gunungan dan beton bertulang tidak membutuhkan biaya pemeliharaan karena semakin lama umur konstruksi beton maka akan semakin kuat konstruksi kuda-kuda tersebut. Begitu pula kuda-kuda baja profil I tidak memerlukan adanya biaya perawatan (+1), bukan mahal (-1) seperti hasil analisis kuisisioner, karena pengecatan konstruksi hanya dilakukan pada saat pemasangan saja, tidak seperti kuda-kuda bambu petung dan kayu glugu yang memerlukan biaya pemeliharaan setiap 10 tahun sekali (pengecatan dan pengetiran ulang) setelah umur konstruksi tercapai. Penutup atap genteng tanah liat mempunyai biaya perawatan murah (+1) dibandingkan dengan atap sirap, bambu, seng dan asbes bergelombang yang mahal (-1), karena hanya memerlukan pengecatan ulang genteng selama 10 tahun sekali dan biaya penggantian genteng yang sangat murah apabila ada yang rusak.

Sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Ada sebagian dari penilaian hasil analisis kuisisioner [+/-] yang tidak sesuai dengan kondisi dilapangan, dikarenakan kurangnya informasi, pemahaman,

dan pengetahuan para responden terhadap kelima bahan alternatif yang diajukan penyusun, baik kuda-kuda maupun penutup atap secara benar dan mendalam, sehingga banyak terjadi penyimpangan/kesalahan dalam penilaian dan penyusunan peringkat pemenang bahan bangunan alternatif untuk kuda-kuda dan penutup atap.

2. Adapun pemenang I dan II menurut tabel 5.4.1 (kuda-kuda alternatif) adalah kuda-kuda gunung dan glugu. Sedangkan pemenang I dan II menurut tabel 5.4.2 (penutup atap alternatif) adalah atap genteng tanah liat dan asbes bergelombang.

Dari penilaian pada teknik ini didapat hasil nilai total pada tabel 5.4.1 dan tabel 5.4.2 yang dirangkum seperti pada tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1. Hasil Analisis Untung-Rugi

ALTERNATIF KUDA-KUDA	NILAI [+/-]	ALTERNATIF PENUTUP ATAP	NILAI [+/-]
Kuda-kuda Baja Profil L	- 3 (V)	Atap Sirap	- 10 (V)
Kuda-kuda Bambu Petung	+ 4 (III)	Atap Bambu	- 7 (IV)
Kuda-kuda Beton Cor	+ 7 (IV)	Atap Seng Gelombang	+ 15 (III)
Kuda-kuda Kayu Glugu	+ 9 (II)	Atap Asbes Gelombang	+ 18 (II)
Kuda-kuda Gunung	+ 20 (I)	Atap Genteng Tanah Liat	+ 20 (I)

Hasil dari tahapan ini kemudian dibandingkan dengan hasil tahapan analisis tingkat kelayakan.

6.2. Analisis Tingkat Kelayakan

Pada analisis tingkat kelayakan, sistem penilaiannya sudah cukup akurat jika dibandingkan dengan tahap analisis untung-rugi, hanya subyektivitas penilaian dari analisis studi sangat dominan dalam memberikan nilai pada kriteria-kriteria yang ada. Oleh karena itu dibutuhkan banyak orang yang sudah berpengalaman pada bidang yang ditinjau sebagai pemberi nilai agar penilaian lebih obyektif dan akurasinya bisa dipertanggungjawabkan. Nilai-nilai kriteria yang diberikan pada beberapa alternatif tersebut (tabel 5.5.1 dan tabel 5.5.2) berdasarkan pendapat dan pengalaman staf ahli PT. Saka Yasa Paramartha dan para dosen teknik sipil UII.

Pemberian nilai-nilai tersebut berdasarkan skala nilai antara 0-10. Namun penyusun hanya memberikan nilai-nilai tersebut dalam skala antara 5-9. Untuk kriteria terbaik diberi nilai 9 dan seterusnya hingga kriteria terburuk diberi nilai 5 dengan jalan membandingkan keunggulan tiap-tiap ide/bahan alternatif dalam beberapa kriteria. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan sesuai dengan ketentuan penilaian tahapan analisis tingkat kelayakan pada bab III.

Pada pembahasan secara singkat mengenai sistem penilaian pada tabel 5.5.1 untuk kuda-kuda alternatif dan tabel 5.5.2 untuk penutup atap alternatif adalah sebagai berikut, yaitu :

a. Penggunaan Teknologi

Berikut ini berturut-turut jenis kuda-kuda mulai dari yang tidak membutuhkan teknologi baru hingga membutuhkannya adalah gunungan (9), glugu dan bambu petung (sama-sama 8), beton cor bertulang (7) dan baja profil L (6). Begitu juga berturut-turut untuk penutup atap adalah genteng

tanah liat, seng dan asbes bergelombang (sama-sama 9), bambu dan sirap (sama-sama 8). Penerapan gunung, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang tanpa butuh teknologi baru, karena dapat dikerjakan oleh tukang biasa, berbeda dengan penerapan kuda-kuda baja profil L yang membutuhkan teknologi baru sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

b. Biaya Pengembangan

Penerapan gunung, baja profil L, dan beton bertulang (sama-sama 9) sebagai kuda-kuda sangat baik, tidak butuh biaya pengembangan, karena dapat tahan sepanjang umur bangunan tidak seperti bambu petung (7) dan glugu (6) yang membutuhkan perawatan. Genteng tanah liat (8) membutuhkan biaya pengembangan untuk pengecatan saja dan biaya penggantian yang sedikit, sedangkan seng dan asbes bergelombang (sama-sama 7) butuh pengecatan dan penggantian tiap lembarnya apabila ada sedikit kerusakan, tidak seperti sirap (5) yang membutuhkan biaya pengembangan tinggi, karena mudah bocor dan perhatian khusus waktu pemasangan.

c. Kemungkinan Diterapkan

Kuda-kuda gunung, kayu glugu, dan beton bertulang serta penutup atap genteng tanah liat, asbes bergelombang dan sirap (sama-sama 9) dapat diterapkan secara optimal pada proyek tersebut. Berbeda dengan atap seng bergelombang (8), atap bambu dan kuda-kuda baja profil L (7) yang tidak dapat diterapkan pada proyek tersebut, karena akan memakan dana yang besar dan dirasa kurang komersial (mempunyai nilai jual yang tinggi).

d. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan kuda-kuda glugu (9) lebih cepat dibandingkan bambu petung (8, karena perlu beton pengisi), baja profil L (8, karena dirangkai diatas tanah lalu diderek/diangkat diatas tembok), gunungan (7, karena menunggu pengecoran balok geifel lalu dilanjutkan dengan pemasangan bata merah), dan beton bertulang (6, karena lebih rumit dan lama dibanding gunungan). Waktu pelaksanaan penutup atap seng dan asbes bergelombang (sama-sama 9) lebih cepat dibandingkan genteng tanah liat dan bambu (sama-sama 8) serta atap sirap (7), karena selain tidak membutuhkan reng dan usuk juga tidak memerlukan waktu lama dalam pemasangannya daripada memakai sirap. Karena sirap memerlukan ketelitian dan kejelian dalam pemasangan juga tidak perlu adanya reng dan usuk.

e. Keuntungan Biaya Potensial

Keuntungan akan diperoleh dari pemakaian kuda-kuda gunungan dan beton bertulang serta atap genteng tanah liat (sama-sama 9) karena dapat bertahan hingga selamanya, sehingga dipandang sangat kuat dan menguntungkan. Begitu pula dengan kuda-kuda baja profil L dan asbes bergelombang (sama-sama 8) dipandang sangat kuat, namun keuntungan yang diperoleh tidak sebanding dengan biaya awal yang dikeluarkan. Hal tersebut kemudian diikuti oleh kuda-kuda bambu petung dan glugu serta atap sirap dan seng bergelombang (sama-sama 7), lalu yang dipandang cukup kuat namun kurang cukup menguntungkan dibanding bahan-bahan alternatif diatas adalah atap bambu (6).

f. Sarana Alat Kerja

Pada pelaksanaan pekerjaan kuda-kuda gunung, beton bertulang, dan glugu serta atap genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang (sama-sama 9) tersedia dengan mudah, sedikit peralatan, dan lengkap. Sarana kerja untuk pekerjaan kuda-kuda dan atap bambu (sama-sama 8) tersedia dengan mudah dan lengkap namun lebih sedikit dibanding hal-hal diatas. Bahan-bahan yang tersedia agak kurang lengkap dan mudah serta membutuhkan sedikit alat lebih banyak dari bahan-bahan yang lain adalah kuda-kuda baja profil L dan atap sirap (sama-sama 7).

Kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Hasil penilaian tahapan ini lebih baik daripada tahapan analisis untung-rugi karena berdasarkan atas perbandingan keunggulan dan kekurangan bahan-bahan alternatif terpilih serta pendapat-pendapat dari para dosen teknik sipil UII dan staf PT. Saka Yasa Paramartha.
2. Adapun pemenang I dan II menurut tabel 5.5.1 (kuda-kuda alternatif) adalah gunung dan glugu. Sedangkan pemenang I dan II menurut tabel 5.5.2 (penutup atap alternatif) adalah genteng tanah liat dan asbes bergelombang.

Dari penilaian pada teknik ini didapat hasil nilai total pada tabel 5.5.1 dan tabel 5.5.2 yang dirangkum seperti pada tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2. Hasil Analisis Tingkat Kelayakan

ALTERNATIF KUDA-KUDA	NILAI	ALTERNATIF PENUTUP ATAP	NILAI
Kuda-kuda Baja Profil L	45 (V)	Atap Bambu	43 (IV)
Kuda-kuda Bambu	46 (IV)	Atap Sirap	43 (IV)
Petung Kuda-kuda Beton Bertulang (Cor)	49 (III)	Atap Seng Gelombang	49 (III)
Kuda-kuda Kayu Glugu	50 (II)	Atap Asbes Gelombang	51 (II)
Kuda-kuda Gunungan	52 (I)	Atap Genteng Tanah Liat	52 (I)

Menurut tabel tersebut, pada penutup atap alternatif terdapat 2 item yang mempunyai ranking sama, yaitu atap bambu dan sirap. Hasil dari tahapan ini dan sebelumnya, selanjutnya direkomendasikan untuk tahapan analisis matriks.

6.3. Analisis Matriks

Pada analisis matriks penilaian sudah baik karena terdapat uji konsistensi pada data asuntif yang dipergunakan sebagai kriteria-kriteria penilaian sehingga subyektivitas penilaian dari analisis dapat diminimalkan secara optimal. Analisis matriks akan membahas 5 jenis rangka kuda-kuda dan penutup atap dari analisis untung-rugi dan analisis tingkat kelayakan diatas.

Penilaian tersebut dilakukan sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang terdapat pada tabel 5.6 dan skala nilai antara 1 – 4 secara relatif, dengan kuda-kuda dan penutup atap asli sebagai pembanding terhadap alternatif rangka kuda-kuda dan penutup atap dalam kriteria yang ditinjau. Skala nilai tiap-tiap kriteria tersebut dikalikan dengan bobot (%) masing-masing kriteria yang ada (diperoleh dari vektor prioritas) kemudian dijumlahkan.

Adapun pembahasan yang akan dibicarakan pada tahapan ini sesuai dengan tabel 5.6.1 dan tabel 5.6.2 adalah sebagai berikut, yaitu :

a. Biaya Pelaksanaan (bobot = 16,85%)

Biaya awal pelaksanaan kuda-kuda baja profil L adalah mahal (1), karena harga bahan dan ongkos pesan dari pabrik ke proyek mahal jika dibandingkan dengan keempat bahan alternatif lainnya, beton bertulang agak mahal (2), bambu petung dan glugu murah (sama-sama 3) serta gunungan paling murah (4). Sedangkan penutup atap sirap, asbes dan seng bergelombang adalah agak mahal (2) dibandingkan dengan atap bambu dan genteng tanah liat (murah, sama-sama 3) karena biaya pelaksanaan atap bambu dan genteng tanah liat lebih murah.

b. Waktu Pelaksanaan (bobot = 16,10%)

Waktu pelaksanaan kuda-kuda beton bertulang adalah lambat (1) dibandingkan dengan gunungan (2), baja profil L, bambu petung, dan glugu (sama-sama 3), karena harus membuat bekisting, merangkai tulangan, mengecor, dan menunggu pengecoran mengeras pada umur 7, 14, 21, atau 28 hari sebelum dilanjutkan dengan pemasangan gording, reng, usuk, maupun penutup atapnya. Sedangkan penutup atap sirap dan bambu adalah agak lambat (2) dibandingkan dengan atap genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang (cepat, sama-sama 3), karena khusus untuk atap sirap, selain memasang gording, reng, dan usuk juga harus hati-hati dalam memasang sirap agar air hujan tidak masuk/bocor. Begitu juga untuk atap bambu, harus hati-hati agar tidak pecah dan bocor.

c. Daya Dukung (bobot = 13,20%)

Daya dukung bambu petung dan glugu sebagai kuda-kuda adalah lumayan (2) dibandingkan dengan baja profil L, beton bertulang, dan gunungan (baik, sama-sama 3), karena glugu termasuk kelas kuat kayu III dan bambu petung kurang baik menahan geser jika tidak memakai komposit. Sedangkan atap sirap dan bambu adalah lumayan (2) dibandingkan atap genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang (baik, sama-sama 3) karena menurut Heinz Frick dan Ch, Koestarmadi (1999), khusus atap sirap adalah kuat karena terbuat dari lembaran-lembaran serat kayu yang keras, namun tidak sekuat genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang.

d. Teknologi (bobot = 12,22%)

Teknologi yang digunakan pada pelaksanaan kuda-kuda bambu petung merupakan teknologi agak baru seperti baja profil L, beton bertulang, dan glugu (sama-sama 3) dibandingkan gunungan (lama, 4), karena bambu menggunakan bahan pengisi beton sebagai komposit sekalipun hanya setempat saja untuk dapat menahan gaya geser. Adapun penutup atap bambu dan sirap menggunakan teknologi baru (2) dibandingkan atap seng dan asbes bergelombang (sama-sama 3) serta genteng tanah liat (4), karena pemasangan kedua atap tersebut membutuhkan ketelitian dan kejelian yang lebih dibandingkan dengan ketiga alternatif penutup atap lainnya.

e. Sarana Kerja (bobot = 10,47%)

Sarana kerja pekerjaan kuda-kuda bambu petung tersedia kurang lengkap (1) dibandingkan baja profil L, beton bertulang, glugu, dan gunungan (lengkap,

sama-sama 3), karena diproyek tidak tersedia dengan mudah dan lengkap. Sedangkan untuk semua bahan alternatif penutup atap tersedia dengan mudah dan lengkap (lengkap, sama- sama 3).

f. Pabrikasi (bobot = 8,98%)

Kuda-kuda bambu petung dan beton bertulang yang dipakai merupakan beton cor manual (bukan pabrikasi, sama-sama 2) yang mempunyai kualitas sedang dibandingkan dengan baja profil L, glugu, dan gunungan (pabrikasi, sama-sama 3). Sedangkan atap bambu merupakan bahan non pabrikasi (2) jika dibandingkan dengan atap sirap, genteng tanah liat, seng dan asbes bergelombang (pabrikasi, 4).

g. Kemungkinan Diterapkan (bobot = 8,31%)

Kuda-kuda bambu petung bisa diterapkan dalam proyek tersebut, namun dalam realita sangat sulit untuk diwujudkan karena sikap konsumen yang menganggap kuda-kuda bambu hanya cocok dipakai bagi rumah-rumah pedesaan, sehingga diberi nilai sedang (2) bila dibandingkan dengan baja profil L, beton bertulang, glugu dan gunungan (mungkin, sama-sama 3). Untuk penutup atap hanya atap bambu yang tidak layak dipakai pada proyek perumahan tersebut, dengan alasan yang sama dengan kuda-kuda bambu petung (1) bila dibandingkan dengan atap sirap dan seng gelombang (mungkin, sama-sama 3) serta asbes gelombang dan genteng tanah liat (mungkin sekali, sama-sama 4).

gunungan dan glugu. Sedangkan pemenang I dan II menurut tabel 5.6.2 (penutup atap alternatif) adalah genteng tanah liat dan asbes bergelombang.

3. Adapun parameter yang mempunyai nilai tertinggi adalah biaya awal pelaksanaan (17,24 %) dan waktu pelaksanaan (16,74 %).

Sehingga pemenang I kuda-kuda alternatif (gunungan) dikombinasikan dengan pemenang I penutup atap alternatif (genteng tanah liat) sebagai alternatif I dan pemenang II kuda-kuda alternatif (kayu glugu) dikombinasikan dengan pemenang II penutup atap alternatif (asbes bergelombang) sebagai alternatif II pada tahapan analisis nilai berikutnya (tahap pengembangan dan rekomendasi).

Dari penilaian pada teknik ini didapat nilai hasil total pada tabel 5.6.1 dan tabel 5.6.2 yang dirangkum seperti pada tabel 6.3 berikut.

Tabel 6.3. Hasil Analisis Matriks

ALTERNATIF KUDA-KUDA	NILAI TOTAL	ALTERNATIF PENUTUP ATAP	NILAI TOTAL
Kuda-kuda Bambu Petung	225,34 (V)	Atap Bambu	221,48 (V)
Kuda-kuda Beton Cor	254,37 (IV)	Atap Sirap	248,96 (IV)
Kuda-kuda Baja Profil L	255,61 (III)	Atap Seng Gelombang	297,84 (III)
Kuda-kuda Kayu Glugu	280,29 (II)	Atap Asbes Gelombang	312,66 (II)
Kuda-kuda Gunungan	319,48 (I)	Atap Genteng Tanah Liat	353,41 (I)

6.4. Biaya Siklus Hidup

Pada tahap pengembangan hanya 2 alternatif dari kuda-kuda dan penutup atap yang dikembangkan lebih lanjut dalam perhitungan struktur dan perhitungan

harga, yaitu pekerjaan atap alternatif kombinasi I adalah kuda-kuda gunung dengan penutup atap genteng tanah liat dan alternatif kombinasi II adalah kuda-kuda gunung dengan penutup atap asbes bergelombang. Namun untuk perhitungan konstruksi (lampiran 7.a dan 7.b) dipakai kuda-kuda gunung dan genteng tanah liat sebagai alternatif I (kombinasi I) serta kuda-kuda glugu dan asbes bergelombang sebagai alternatif II (kombinasi IV, bukan kombinasi III) karena dipandang telah mewakili kombinasi pemenang I item kuda-kuda gunung dengan genteng tanah liat, dan pemenang II kuda-kuda glugu dengan asbes bergelombang.

Dari hasil perhitungan dan analisis, ternyata didapat biaya awal (IC) yang paling murah untuk keseluruhan pekerjaan atap adalah pekerjaan atap alternatif kombinasi I (kuda-kuda gunung dan penutup atap genteng tanah liat), yaitu sebesar Rp.7.071.438,00 dengan penghematan IC terhadap pekerjaan atap terpakai sebesar Rp.1.677.272,00. Sedangkan pada alternatif kombinasi II (kuda-kuda gunung dan penutup atap asbes bergelombang), yaitu sebesar Rp. 7.102.063,00 dengan penghematan IC yang terjadi adalah sebesar Rp. 1.646.647,00 terhadap biaya awal pekerjaan atap terpakai (Rp. 8.748.701,00).

Biaya siklus hidup (AC) pada kuda-kuda alternatif I (gunung) adalah tanpa adanya biaya pemeliharaan rangka kuda-kuda dari hama rayap, sedangkan kuda-kuda alternatif II memerlukan adanya biaya perawatan sebesar Rp. 75.000,00. Biaya siklus hidup untuk penutup atap dari bahan genteng tanah liat (penutup atap alternatif I) maupun asbes bergelombang (penutup atap alternatif II) adalah terletak pada pemeliharaan dari panas, lumut, dan hujan sebesar Rp. 130.000,00.

Adapun besarnya penghematan AC yang diperoleh pekerjaan atap alternatif kombinasi I adalah sebesar Rp. 334.473,98 dibandingkan dengan pekerjaan alternatif kombinasi II sebesar Rp. 295.282,44 terhadap pekerjaan atap terpakai (kuda-kuda bangkirai dan penutup atap genteng beton).

Oleh karena itu pada kuda-kuda yang mempunyai luasan lebih kecil dan penutup atap yang mempunyai luasan lebih besar akan semakin sedikit biaya yang akan dikeluarkan untuk biaya siklus hidup. Jadi, penelitian tugas akhir dengan memakai studi analisis nilai terhadap proyek perumahan tipe 70 Griya Saka Permai Yogyakarta tersebut berhasil menghasilkan penghematan yang cukup besar, yaitu sebesar 19,06 % untuk kombinasi I dan sebesar 16,28 % untuk kombinasi III terhadap biaya awal pekerjaan atap terpakai (asli). Namun untuk menghasilkan penghematan yang maksimal harus menerapkan studi rekayasa nilai sejak tahap konsep biaya dan desain awal.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Pada uraian bab-bab sebelumnya telah dilakukan analisis dan pembahasan mengenai aplikasi studi analisis nilai terhadap pekerjaan atap rumah tipe 70 pada perumahan Griya Saka Permai Yogyakarta, dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut, yaitu :

1. Pada penganalisan dan pembahasan tahapan analisis untung-rugi, analisis tingkat kelayakan, dan analisis matriks diperoleh 2 macam bahan bangunan alternatif yang sama (alternatif I dan II) untuk tiap-tiap itemnya, yaitu kuda-kuda gunung dan kayu glugu serta penutup atap genteng tanah liat dan asbes bergelombang. Lalu antar pemenang alternatif tiap-tiap item tersebut saling dikombinasikan pada tahapan pengembangannya agar diperoleh adanya penghematan biaya siklus hidup/tahunan (AC) yang terbesar (maksimal).
2. Alternatif pekerjaan atap kombinasi I dan kombinasi II, pada akhirnya setelah dihitung biaya siklus hidupnya dijadikan sebagai alternatif pekerjaan atap I dan II, mempunyai biaya yang lebih kompetitif (lebih hemat) sehingga biaya awal pekerjaan atap alternatif I dan alternatif II lebih murah dibandingkan dengan kuda-kuda dan penutup atap asli (terpakai, orisinal).

3. Pada perhitungan biaya siklus hidup, suatu sistem pekerjaan atap memerlukan biaya perawatan (pemeliharaan) dikarenakan sistem ini terdapat pada bangunan diatas tanah.
4. Dari analisis biaya insial dan biaya siklus hidup selama $n = 25$ tahun dan $i = 15 \%$, untuk ide-ide alternatif pada setiap item pekerjaan atap yang ditinjau didapat penghematan sebagai berikut ini (lihat tabel 7.1).

Tabel 7.1. Kesimpulan Penghematan

IDE-IDE ALTERNATIF	PENGHEMATAN (Rp)		
	BIAYA INISIAL (COSTMODEL) [IC]	BIAYA SIKLUS HIDUP [AC]	% TERHADAP IC PEK. ATAP ASLI
Alternatif I = Kombinasi I (Kuda-kuda gunung & atap genteng tanah liat)	1.677.272,00	334.473,98	19,06
Alternatif II = Kombinasi III (Kuda-kuda gunung & atap asbes bergelombang)	1.423.933,00	294.282,44	16,28
Alternatif III = Kombinasi II (Kuda-kuda glugu & atap genteng tanah liat)	1.646.647,00	254.736,29	18,82
Alternatif IV = Kombinasi IV (Kuda-kuda glugu atap asbes bergelombang)	1.393.308,00	215.544,75	15,93

Dari tabel diatas bisa diketahui bahwa pada 1 unit rumah untuk pekerjaan atap proyek perumahan tipe 70 Griya Saka Permai Yogyakarta, alternatif yang bisa diajukan sebagai alternatif bahan bangunan untuk pekerjaan atap yang ditinjau adalah kuda-kuda gunung dengan atap genteng tanah liat (merek Sokka), serta alternatif cadangan adalah kuda-kuda glugu dengan atap asbes bergelombang.

7.2. Saran

Dari analisis yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna bagi penghematan yang bisa dilakukan, diantaranya adalah :

1. Perlunya diadakan penerapan (implementasi) studi rekayasa nilai (V.E) sedini mungkin pada tahap konsep biaya dan desain awal agar memungkinkan terjadi penghematan yang maksimal daripada menerapkan studi analisis nilai (V.A) setelah tahap desain selesai dilaksanakan.
2. Diperlukan suatu sikap yang tanggap terhadap informasi dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.
3. Perlunya suatu penguasaan pada berbagai masalah sehingga dapat menambah nilai tambah bagi sumbang saran untuk pengajuan informasi dalam tahap kreatif.
4. Perlunya pembudidayaan studi rekayasa nilai dan analisis nilai yang baik agar tidak terjadi pemborosan terselubung, baik pada waktu desain maupun setelah pelaksanaan konstruksi selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Istimawan Dipohusodo, 1994, STRUKTUR BETON BERTULANG, Gramedia, Jakarta.
2. Benny Prastowo, dan Arif Harinto MK., 1997, ANALISIS NILAI PADA PONDASI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH DI YOGYAKARTA, Laporan Tugas Akhir, UII, Yogyakarta.
3. Gideon Kusuma, dan Vis. W.C., 1995, GRAFIK DAN TABEL PERHITUNGAN BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta.
4. Mustakim, 1994, MEMBINA KEMAMPUAN BERBAHASA, Gramedia, Jakarta.
5. Mardalis, 1989, METODE PENELITIAN, Bumi Aksara, Jakarta.
6. Frick H., dan Koesmartadi, ILMU BAHAN BANGUNAN, Kanisius, Yogyakarta.
7. Tadjuddin BMA., 1998, DIKTAT KULIAH REKAYASA NILAI, Jurusan T. Sipil, UII, Yogyakarta.
8. RJB. Soehendradjati, 1990, KAYU UNTUK STRUKTUR JILID I, Jurusan T. Sipil FT., UGM, Yogyakarta.
9. Robert J. Kodoatie, 1994, ANALISIS EKONOMI TEKNIK, Andi Offset, Yogyakarta.
10. Margana, 1994, KUAT TEKAN KELAPA TEGAK LURUS ARAH SERAT DAN APLIKASINYA PADA ALAT SAMBUNG BAUT, Laporan Tugas Akhir, UGM, Yogyakarta.

11. A. Wisnu Brata, 1998, **VARIASI SIFAT MEKANIK KAYU KELAPA PADA ARAH LONGITUDINAL DAN RADIAL**, Laporan Tugas Akhir, UGM, Yogyakarta.
12. _____, 1983, **PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG**, Yayasan Penerbitan PU, Bandung.
13. _____, 1961, **PERATURAN KONSTRUKSI KAYU INDONESIA NI-5**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
14. Benny Puspantoro, 1984. **KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG TIDAK BERTINGKAT**, UAJ, Yogyakarta.

LAMPIRAN-LAMPIRAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Program 1 ke
 TA 3 ke

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	TAUFIK HUSAYAT	05 310 310		ISM
2	MUHAMMAD SYAROF	05 310 312		ISM

JUDUL TUGAS AKHIR :
 ANALISIS REKAYANA NEVAL PADA KONSTRUKSI
 RANGKA ATAP PERUMAHAN TINGKAT 50.

Dosen Pembimbing I : DR. H. ELHADHIDIN RAHARIS, MS
 Dosen Pembimbing II : DR. H. FERREDDI RAHMAN, MS

1

2


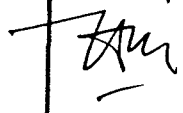
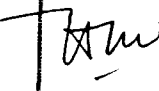
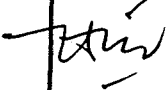
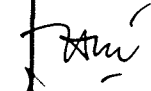
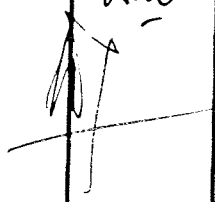


Yogyakarta,
 Dekan,
 Fakultas Teknik Sipil
 dan Perencanaan
 Universitas Islam Indonesia
 DR. H. ELHADHIDIN RAHARIS, MS

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING I = IR. H. TADJUDDIN BM. ARIS, MS

DOSEN PEMBIMBING II = FITRI NUGRAHENI ST., MT

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE:	KETERANGAN	PARAF
1	22/201 01	1. Perbaiki 4 tesben		
2	19/02/2001	* Perbaiki pd analisis tingkat kelayakan * Bisa dilanjutkan		
3	27/02/2001	* Bandingkan antara harga/biaya sebenarnya dg harga/biaya alternatif → ada penghematan atau tidak? * Bab Kesimp. & Saran re (dg peremb. penghematan dr perbandingan dg harga sebenarnya, maka kesimp. berubah)		 
4	7/03/2001 8/3 2001	* Dapat dilanjutkan ke dosen pembimbing I - tidak ada perubahan - Perbaiki		 

MAHASISWA TUGAS AKHIR :

TAUFIK HIDAYAT

95 310 250

950051013114120247

MUHAMMAD SYAROF



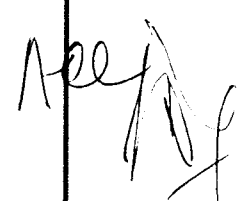
95 310 312

950051013114120309

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING I = IR. H. TADJUDDIN BM. ARIS, MS

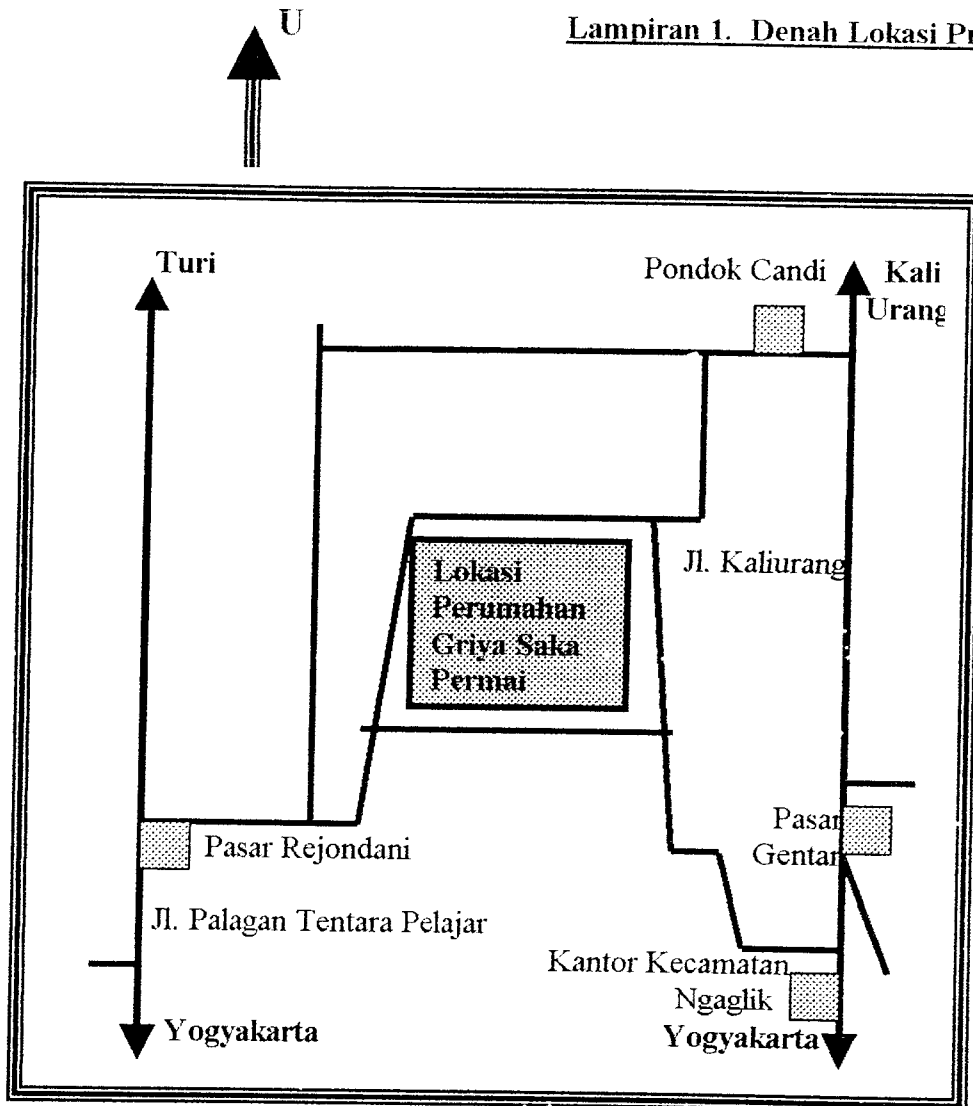
DOSEN PEMBIMBING II = FITRI NUGRAHENI ST., MT

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE:	KETERANGAN	PARAF
	14/2011 3	= Prox 54	1. Kritik kumpulan dan kerucian di turukan oleh tim sebelum mengin ke F&S. = jmare tabel di turukan lagi ketut dengan tabel = cek kembali kerucian hasil PPA kay titah cecah di analisis matrix = cek kembali kerucian matrix	
	20/01 3		→ kerucian daftar in - " - Table - " - Gambar - " - Campiran → abstrak	
	27/2 2			

MAHASISWA TUGAS AKHIR :

TAUFIK HIDAYAT	95 310 250	950051013114120247
MUHAMMAD SYAROF	95 310 312	950051013114120309

Lampiran 1. Denah Lokasi Proyek



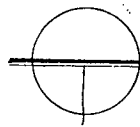
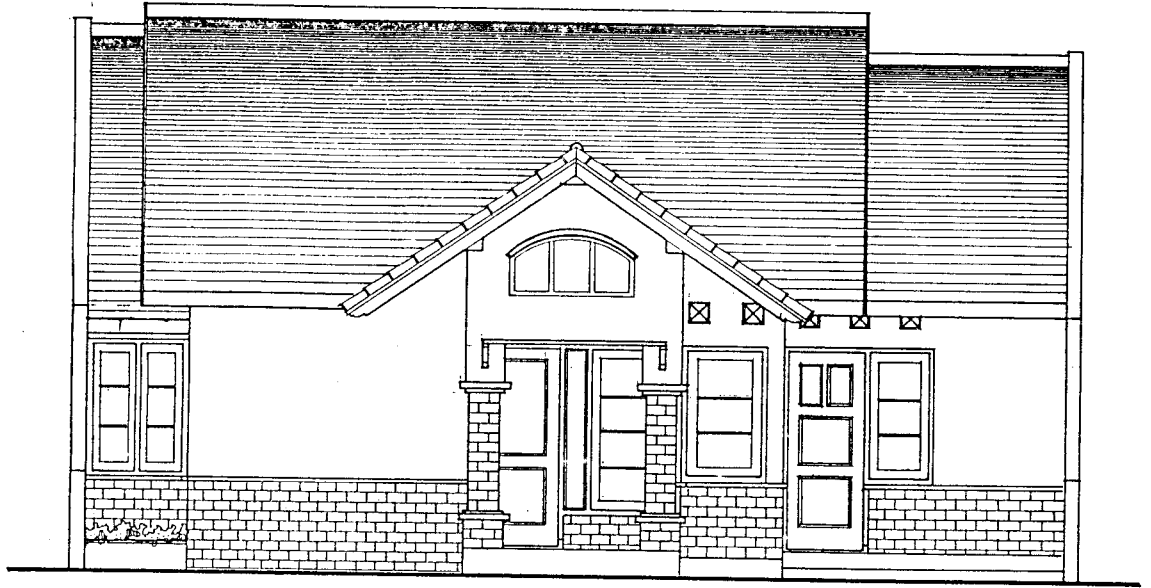
Batasan-batasan lokasi proyek :

- a. Utara : Areal persawahan Dusun Selorejo
- b. Timur : Rumah penduduk Dusun Karang Jenjem
- c. Selatan : Ruas jalan aspal Dusun Clumprit
- d. Barat : Kuburan umum Dusun Plumbon

Obyek yang diteliti : Rumah tipe 70 (pada pekerjaan atap, yaitu kuda-kuda bangkirai dan penutup atap genteng beton berwarna)

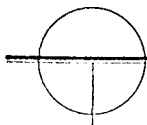
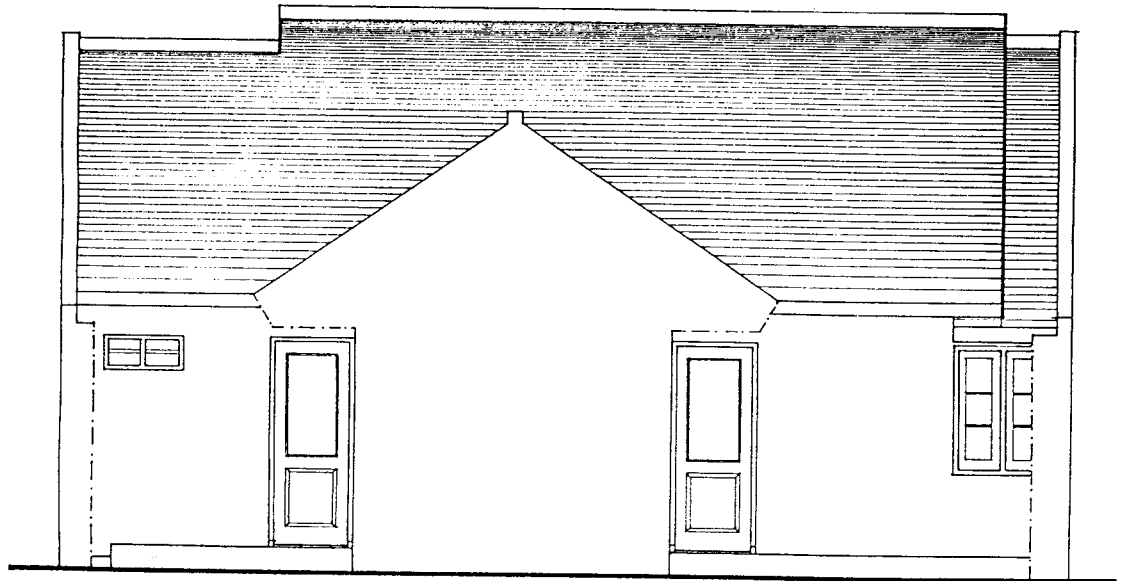
Lampiran 2. Denah Rumah Tipe 70

Tampak Muka & Tampak Belakang



TAMPAK DEPAN

skala 1:50

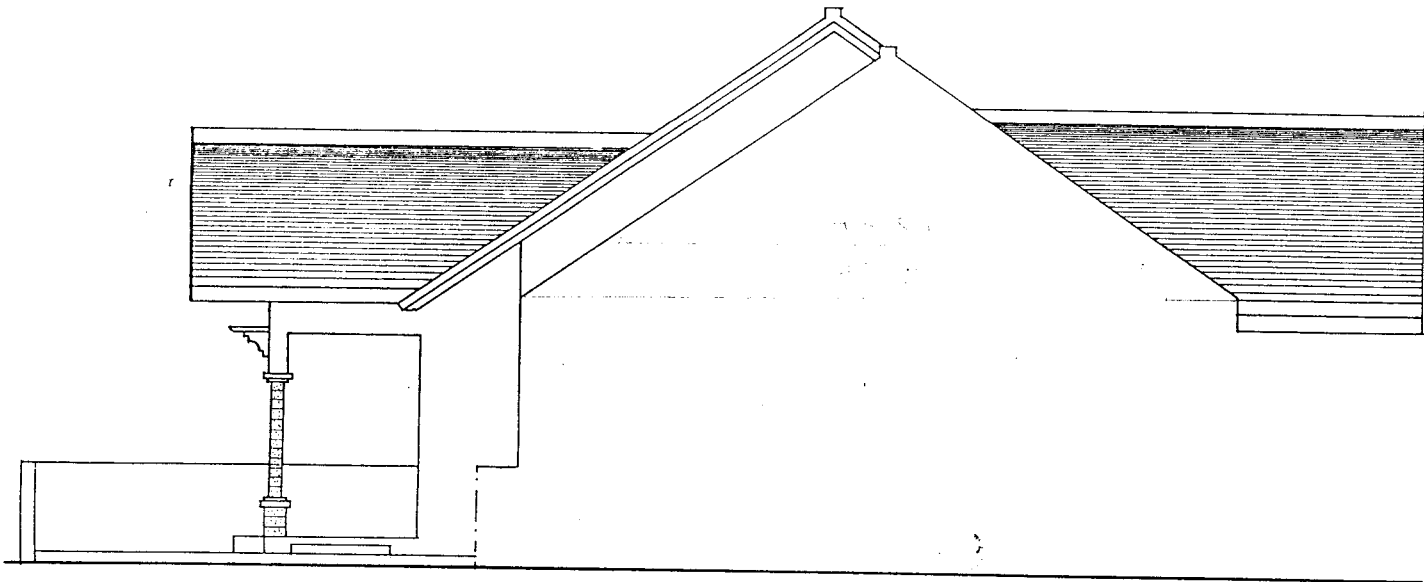


TAMPAK BELAKANG

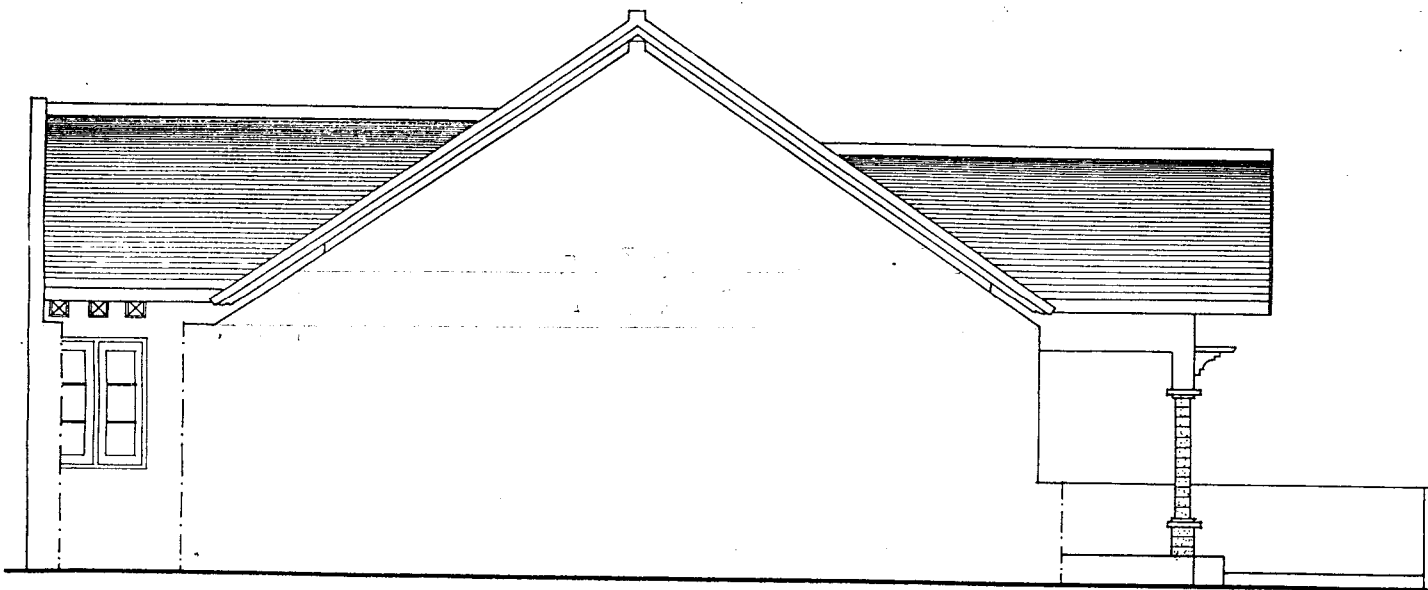
skala 1:50

Lampiran 3. Denah Rumah Tipe 70

Tampak Samping Kiri & Tampak Samping Kanan

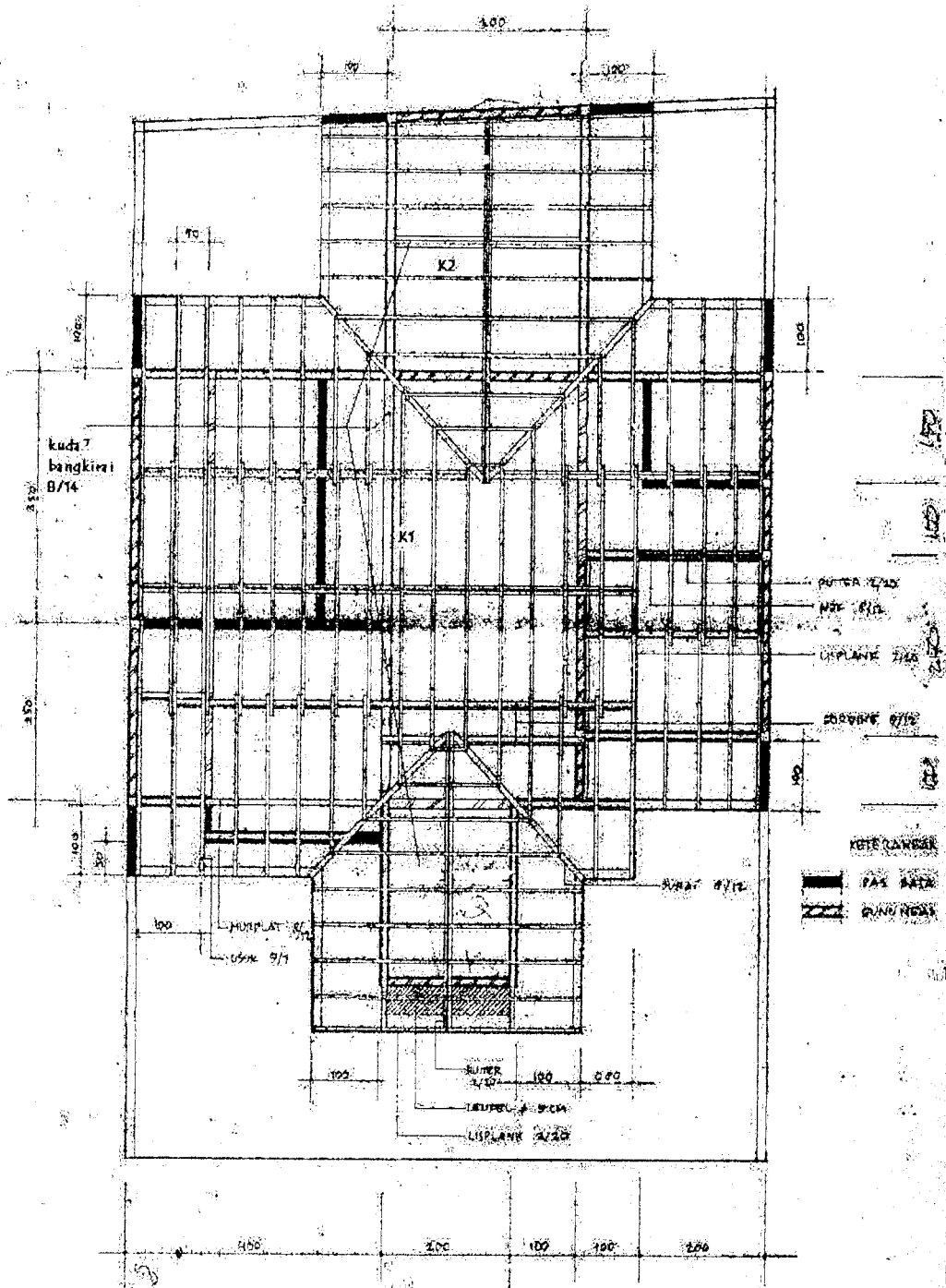


 **TAMPAK SAMPING KANAN**
skala 1 : 50



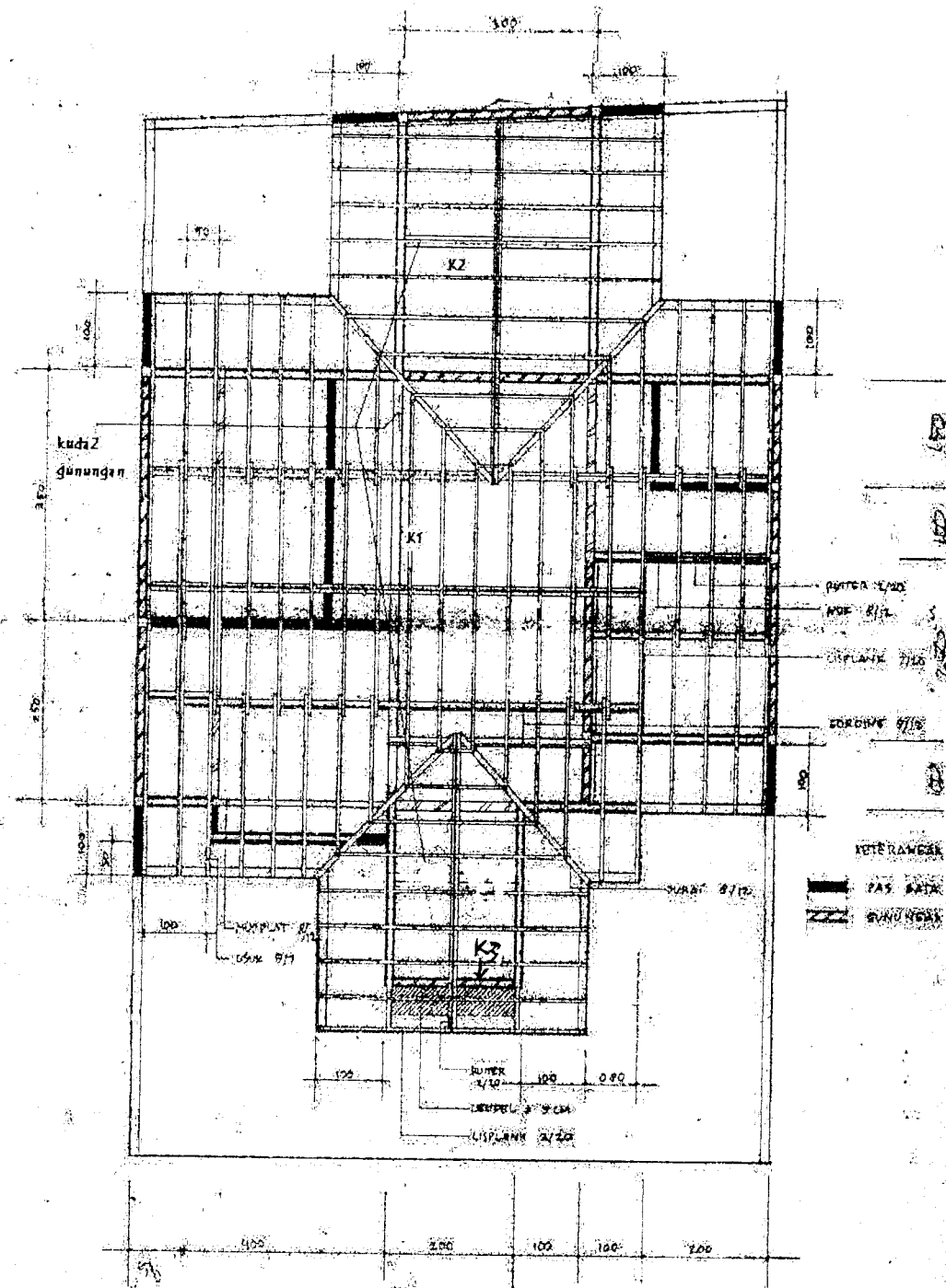
 **TAMPAK SAMPING KIRI**
skala 1 : 50

Lampiran 5.a. Rumah Tipe 70
Rencana Atap Kuda-kuda Terpakai (Bangkirai)




RENCANA ATAP
1:100

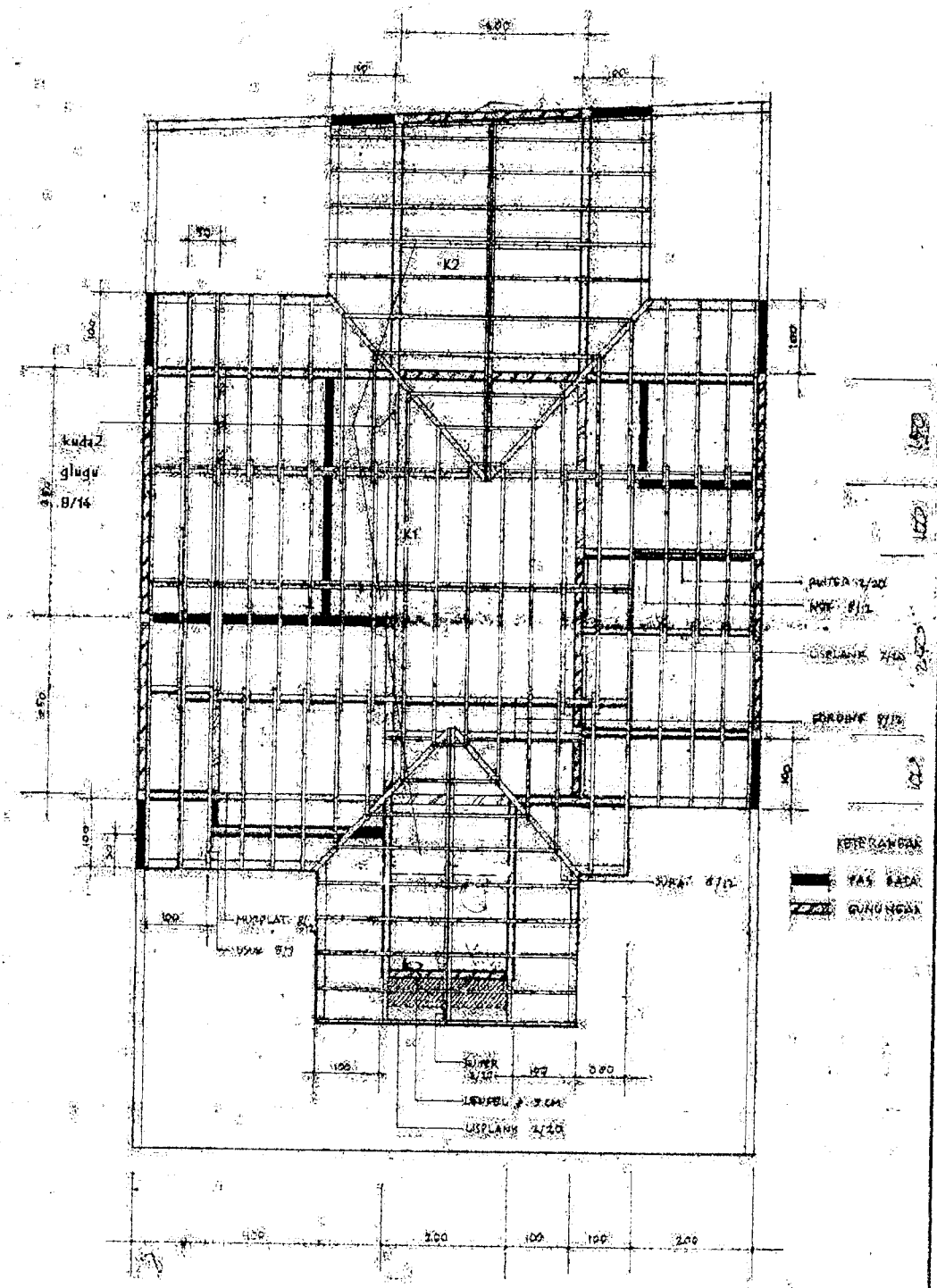
Lampiran 5.b. Rumah Tipe 70
Rencana Atap Kuda-kuda Alternatif I (Gunungan)



RENCANA ATAP
 skala 1:50

Lampiran 5.c. Rumah Tipe 70

Rencana Atap Kuda-kuda Alternatif II (Glugu)



RENCANA ATAP
1/10 1/20

Lampiran 6.a. Bentuk Kuda-kuda Terpakai

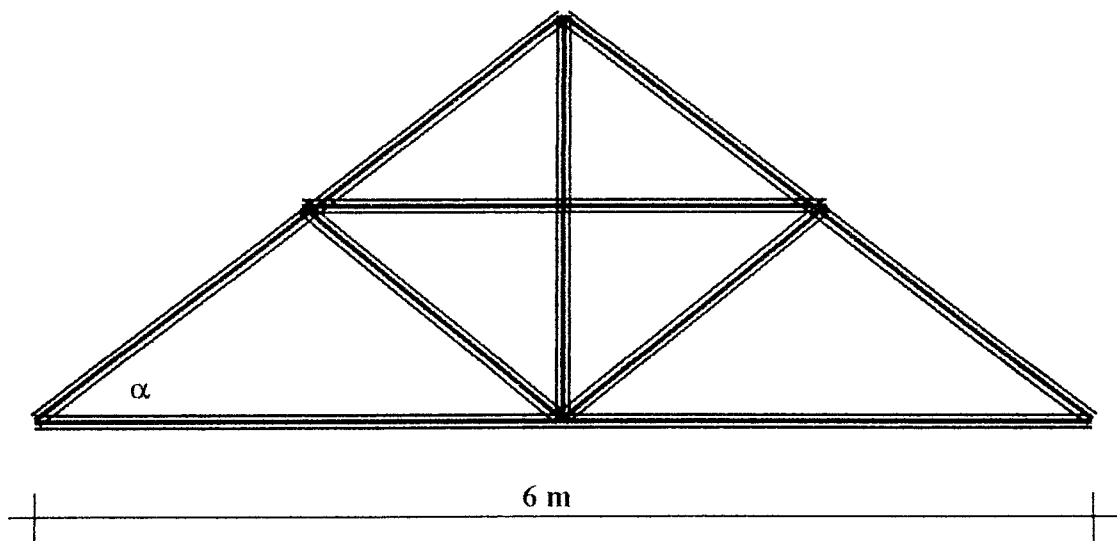
Kuda-kuda K₁

Keterangan :

Bahan kuda-kuda = kayu bangkirai 8/14

α = 35°

Diameter baut = 1,27 cm



Asumsi :

- a. Untuk menentukan dimensi kuda-kuda alternatif maka diambil sampel bentangan kuda-kuda terpanjang dan beban maksimum yang dipikul oleh kuda-kuda.
- b. Bentuk kuda-kuda semua bentangan (2m,3m, dan 6m) adalah sama.

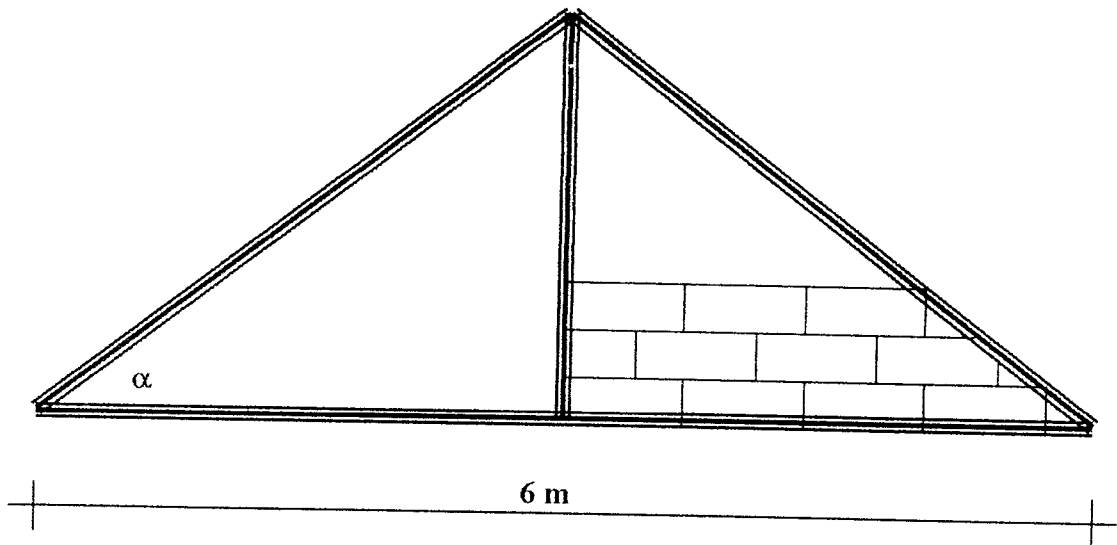
Lampiran 6.b. Bentuk Kuda-kuda Alternatif I

Kuda-kuda K₁

Keterangan :

Bahan kuda-kuda = gunungan ½ bata

α = 35°



Lampiran 6.c. Bentuk Kuda-kuda Alternatif II

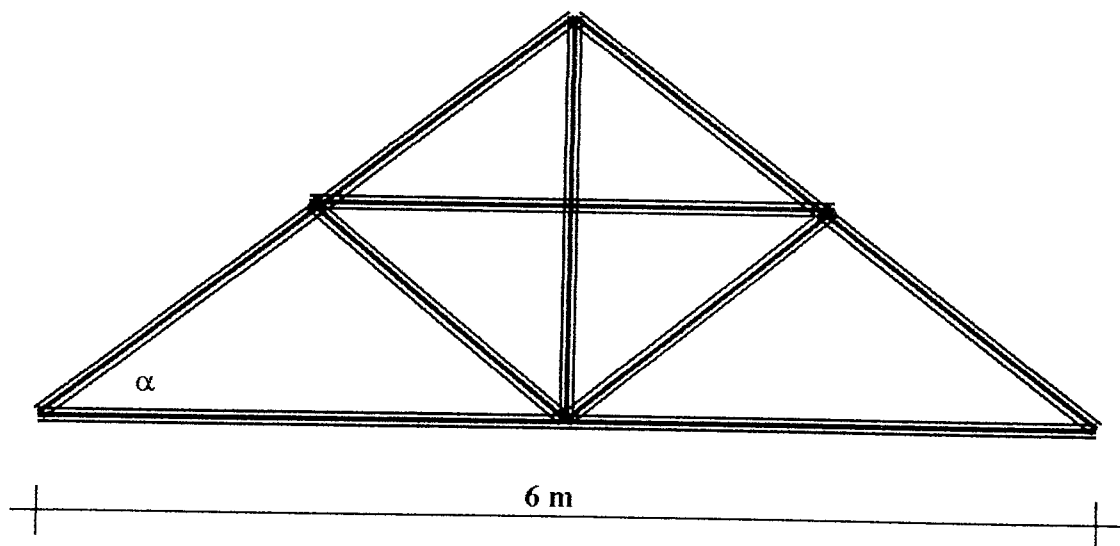
Kuda-kuda K₁

Keterangan :

Bahan kuda-kuda = kayu glugu 8/14

α = 35°

Diameter baut = 1,27 cm



PERHITUNGAN DIMENSI
 KUDA-KUDA ALTERNATIF I

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 05-17-2001          <DATA> P.1
PROJECT : Perumahan          FILENAME: gunung1
AUTHORITY:                  ENGINEER: Taufik H
=====
  
```

```

*****
*                               *
*  STRUCTURE DATA  *
*                               *
*****
  
```

```

**COORDINATE DATA (M)**          **BOUNDARY DATA**
NODE    1-COOR    2-COOR    1-B    2-B    3-B
-----
1        0.00      0.00      L    L    F
2        3.00      0.00
3        6.00      0.00      F    L    F
4        3.00      2.10
  
```

```

**ELEMENT DATA**
ELEM    1-NODE    2-NODE    HINGE    MATERIAL
-----
1        1        2            2
2        2        3            2
3        1        4            1
4        4        3            1
5        4        2            1
  
```

```

**MATERIAL DATA**
MATE    E-MODULUS    AXIAL-AREA    INERTIA
        (Kg/M^2)      (M^2)          (M^4)
-----
1    6.688D+06    2.250D-02    0.000D+00
2    6.688D+06    3.000D-02    0.000D+00
  
```

```

LOAD CASE #1 : Beban Tetap
**NODAL FORCE DATA**
NODE    1-FORC    2-FORC    3-FORC
        (Kg)      (Kg)      (Kg-M)
-----
4    0.000D+00    -9.630D+01    0.000D+00
  
```

```

LOAD CASE #1 : Beban Tetap
**CONCENTRATED LOAD DATA**
ELEM    1-POINT L.    2-POINT L.    DISTANCE
        (Kg)          (Kg)          (M)
-----
1    0.000D+00    -6.575D+02    2.000D+00
  
```

2

AUTHORITY:

ENGINEER: Taufik H

```

=====
LOAD CASE #1 : Beban Tetap
**CONCENTRATED LOAD DATA**
ELEM  1-POINT L.  2-POINT L.  DISTANCE
          (Kg)      (Kg)      (M)
-----
  2  0.000D+00  -6.575D+02  1.000D+00
  3  0.000D+00  -9.630D+01  1.830D+00
  4  -5.524D+01  -7.888D+01  1.830D+00
  4  0.000D+00  -9.630D+01  0.000D+00

```

```

LOAD CASE #1 : Beban Tetap
**UNIFORM LOAD DATA**
ELEM  1-UNIFORM  2-UNIFORM
          (Kg/M)    (Kg/M)
-----
  1  0.000D+00  -7.200D+01
  2  0.000D+00  -7.200D+01
  3  0.000D+00  -5.400D+01
  4  0.000D+00  -5.400D+01
  5  0.000D+00  -5.400D+01

```

```

LOAD CASE #2 : Beban Hidup
**NODAL FORCE DATA**
NODE    1-FORC    2-FORC    3-FORC
          (Kg)      (Kg)      (Kg-M)
-----
  4  0.000D+00  -1.000D+02  0.000D+00

```

```

LOAD CASE #2 : Beban Hidup
**CONCENTRATED LOAD DATA**
ELEM  1-POINT L.  2-POINT L.  DISTANCE
          (Kg)      (Kg)      (M)
-----
  3  0.000D+00  -1.000D+02  1.830D+00
  4  0.000D+00  -1.000D+02  1.830D+00

```

```

LOAD CASE #3 : Beban Angin
**NODAL FORCE DATA**
NODE    1-FORC    2-FORC    3-FORC
          (Kg)      (Kg)      (Kg-M)
-----
  3  8.397D+00  0.000D+00  0.000D+00
  4  1.470D+01  2.998D+00  0.000D+00

```

```

LOAD CASE #3 : Beban Angin
**CONCENTRATED LOAD DATA**
ELEM  1-POINT L.  2-POINT L.  DISTANCE
          (Kg)      (Kg)      (M)
-----

```

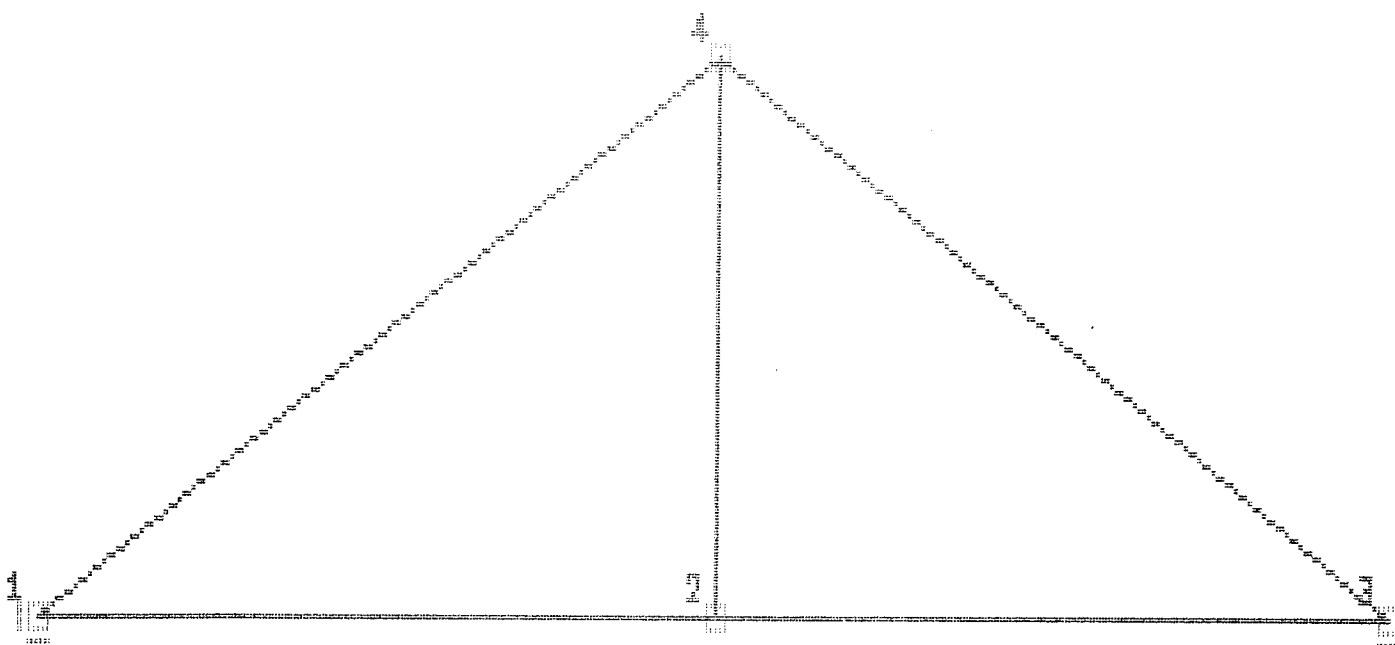
```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 05-17-2001          <DATA> P.3
PROJECT : Perumahan          FILENAME: gunung1
AUTHORITY:          ENGINEER: Taufik H
=====

```

LOAD CASE #3 : ~~Beban Angin~~

3 1.260D+01 -1.799D+01 1.830D+00
4 1.679D+01 2.399D+01 1.830D+00



CELESTIAL EQUATION 11 0.255-010

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1/0/0

ELEM	MA	HINGE SECTION (M)	AXIAL F. (Kg)	SHEAR (Kg)	MOMENT (Kg-M)
1	2	0.00	1.0549D+03	2.7846D+02	-2.0011D+02
		3.00	1.0549D+03	-5.9504D+02	-3.4622D+02
2	2	0.00	1.0549D+03	5.9504D+02	-3.4622D+02
		3.00	1.0549D+03	-2.7846D+02	-2.0011D+02
3	1	0.00	-1.4292D+03	1.0584D+02	-7.6632D+01
		3.66	-1.2811D+03	-1.0577D+02	-7.6593D+01
4	1	0.00	-1.2197D+03	1.9344D+02	-8.4604D+01
		3.66	-1.3678D+03	-1.1447D+02	-8.4557D+01
5	1	0.00	1.0927D+03	0.0000D+00	0.0000D+00
		2.10	1.0927D+03	0.0000D+00	0.0000D+00

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1/0/0

NODE	1-REACTION (Kg)	2-REACTION (Kg)	3-REACTION (Kg-M)
------	--------------------	--------------------	----------------------

```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 05-17-2001          <COMB> P.2
PROJECT : Perumahan          FILENAME: gunung1
AUTHORITY:          ENGINEER: Taufik H
=====

```

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1/0/0

NODE	1-REACTION (Kg)	2-REACTION (Kg)	3-REACTION (Kg-M)
------	--------------------	--------------------	----------------------

1	5.5229D+01	1.1847D+03	0.0000D+00
3	0.0000D+00	1.1566D+03	0.0000D+00

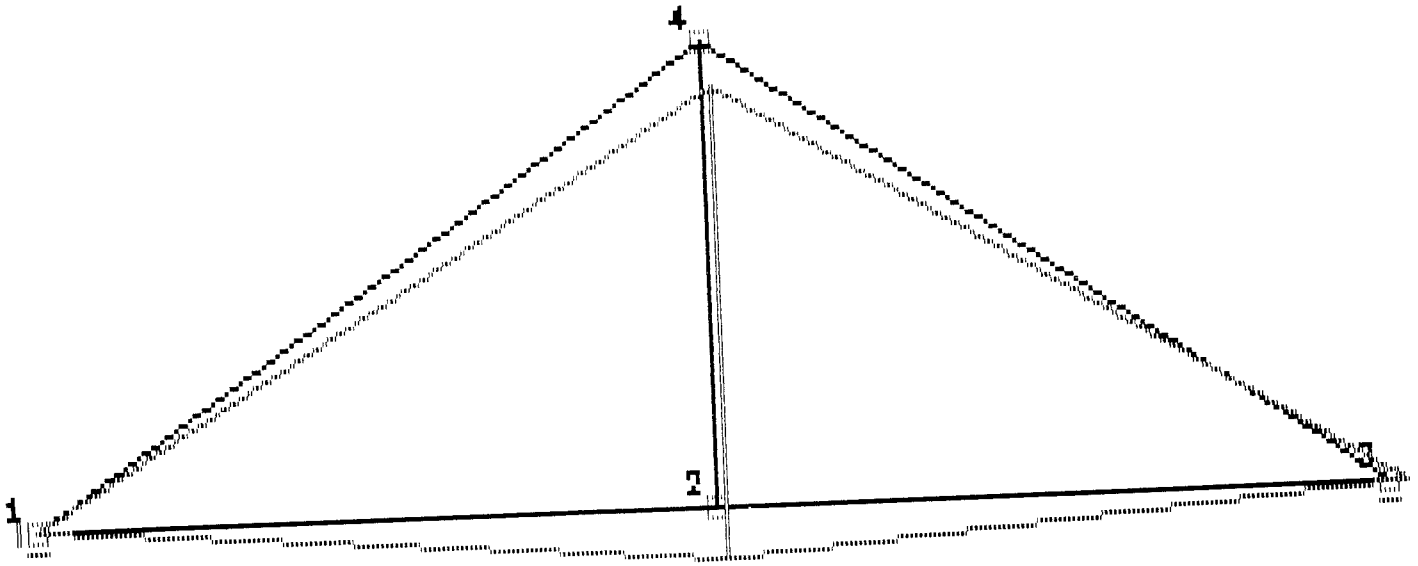
DISPLACEMENT COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1/0/0

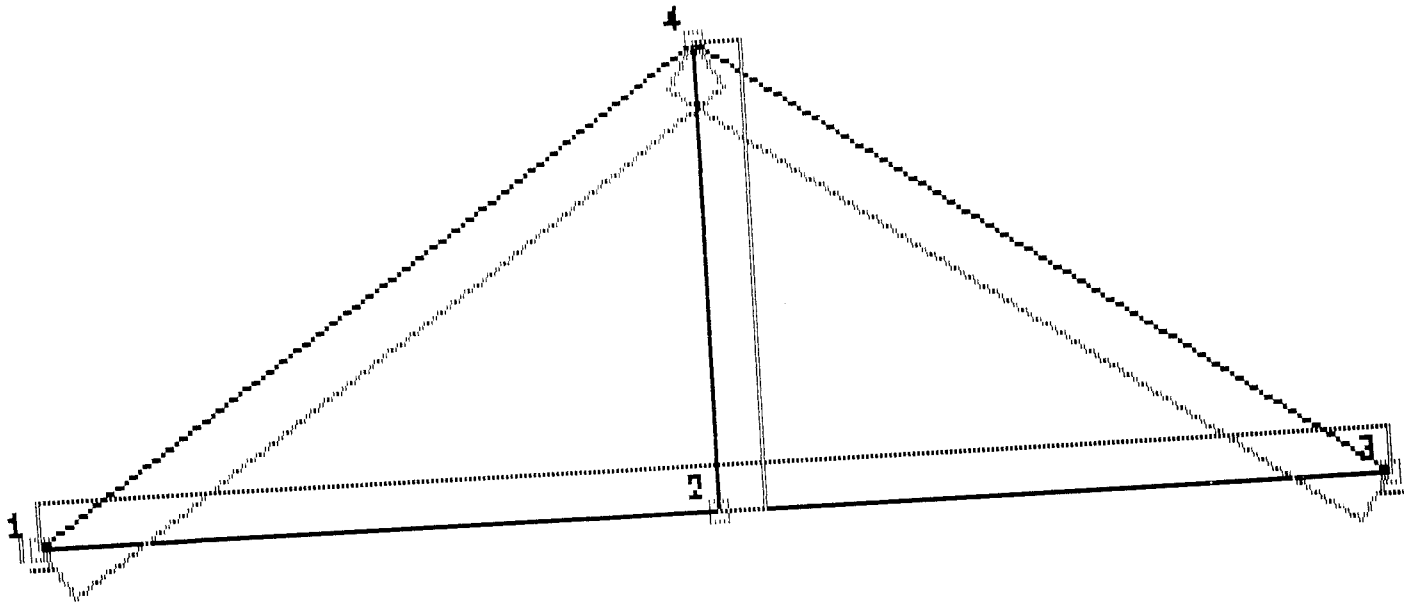
NODE	1-DISP (M)	2-DISP (M)	3-DISP (Rad)
------	---------------	---------------	-----------------

1	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
2	1.5773D-02	-9.4570D-02	0.0000D+00
3	3.1546D-02	0.0000D+00	0.0000D+00
4	1.5272D-02	-7.9322D-02	0.0000D+00

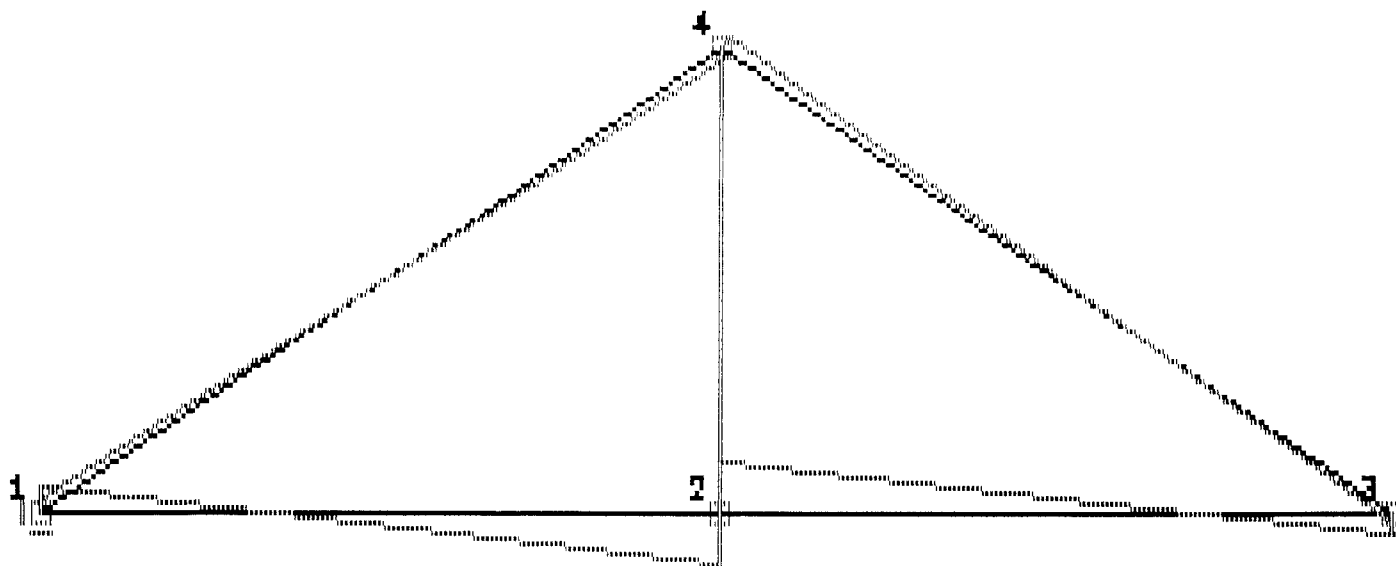
6



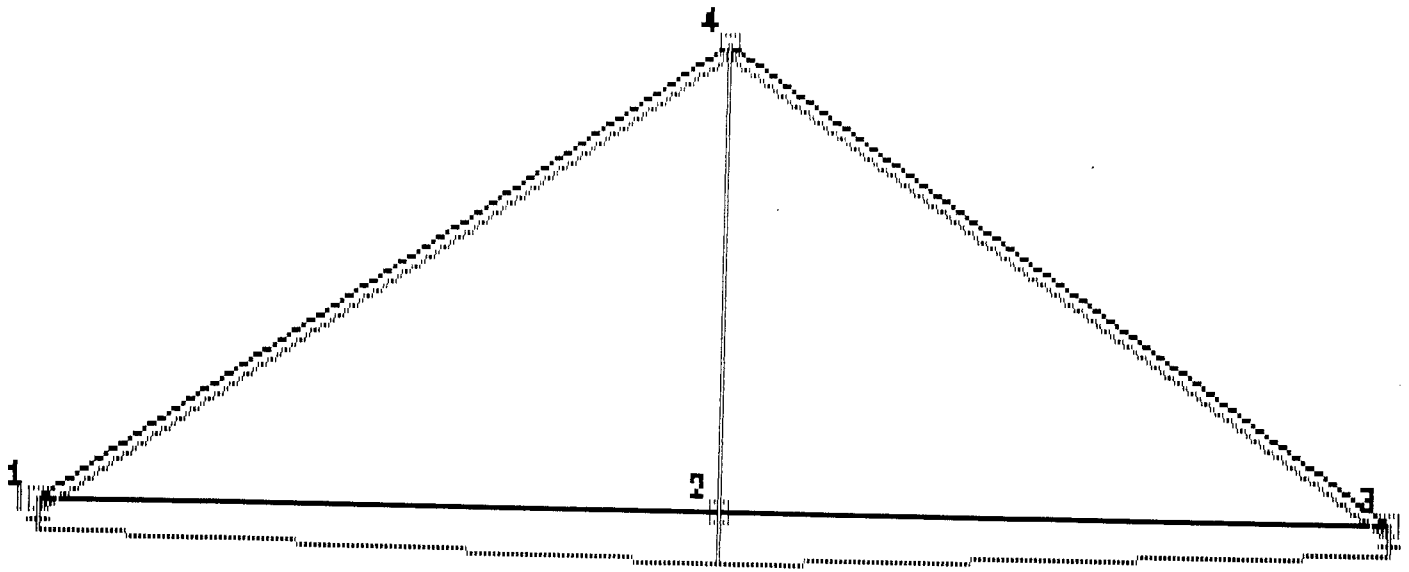
DISP.LC1 (1 = 1.34E-01)



NORMAL FORCE ($\underline{1}$) = 1.72E+03



SHEAR FORCE (1 = 8.43E+02)



MOMENT (1 = 4.90E+02)

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 05-17-2001          <COMB> P.1
PROJECT : Perumahan          FILENAME: gunung1
AUTHORITY:                  ENGINEER: Taufik H
=====

```

```

*****
*                               *
* COMBINATION                   *
*                               *
*****

```

```

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/1/0

```

ELEM	MA	HINGE SECTION (M)	AXIAL F. (Kg)	SHEAR (Kg)	MOMENT (Kg-M)
1	2	0.00	1.4286D+02	0.0000D+00	0.0000D+00
		3.00	1.4286D+02	0.0000D+00	0.0000D+00
2	2	0.00	1.4286D+02	0.0000D+00	0.0000D+00
		3.00	1.4286D+02	0.0000D+00	0.0000D+00
3	1	0.00	-2.0307D+02	4.0995D+01	-3.7520D+01
		3.66	-1.4572D+02	-4.0929D+01	-3.7480D+01
4	1	0.00	-1.4569D+02	4.0995D+01	-3.7520D+01
		3.66	-2.0304D+02	-4.0929D+01	-3.7480D+01
5	1	0.00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
		2.10	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00

```

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/1/0

```

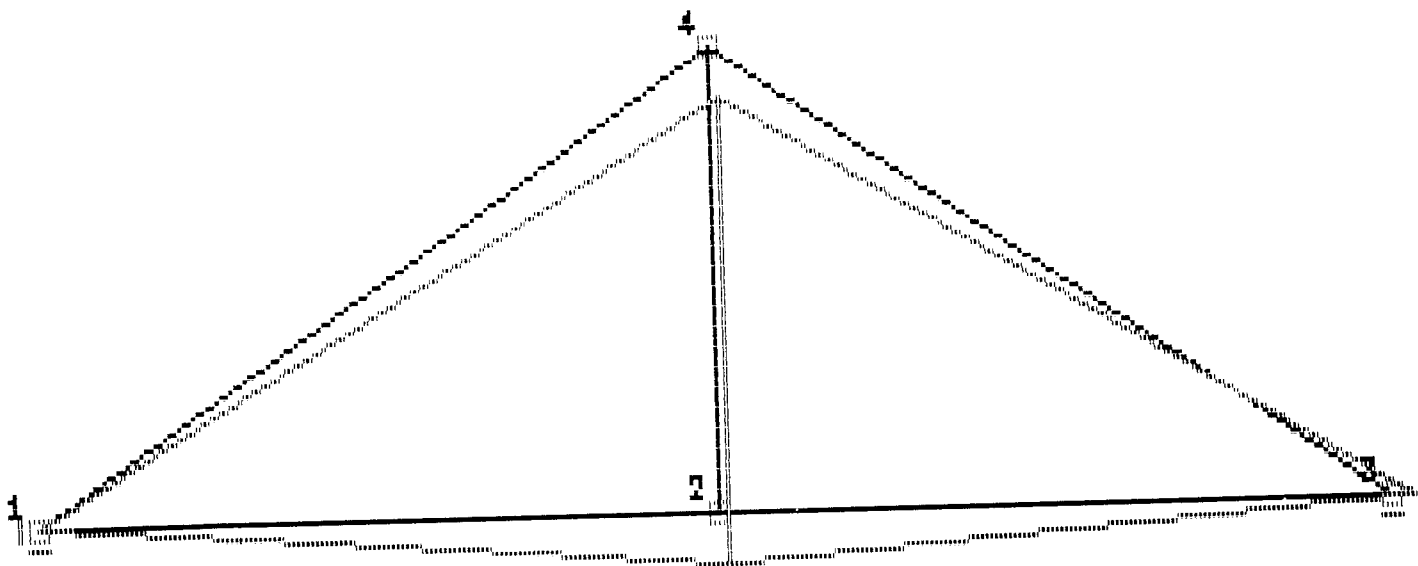
NODE	1-REACTION (Kg)	2-REACTION (Kg)	3-REACTION (Kg-M)
1	-6.3370D-03	1.5004D+02	0.0000D+00
3	0.0000D+00	1.4996D+02	0.0000D+00

```

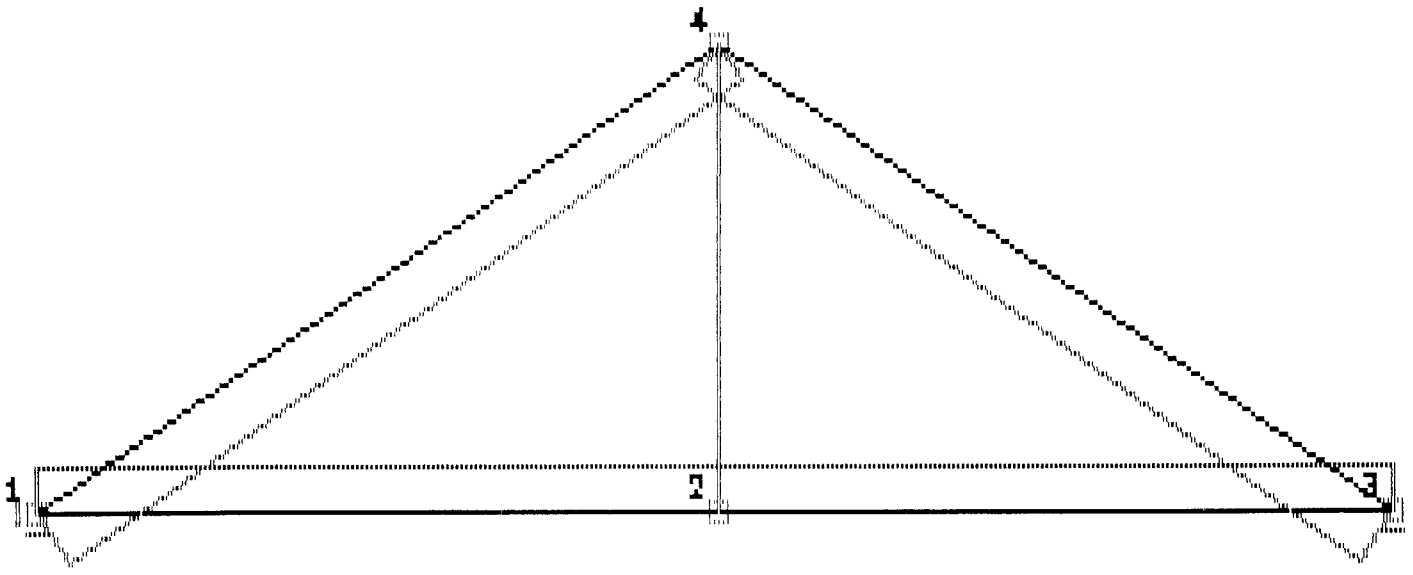
DISPLACEMENT COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/1/0

```

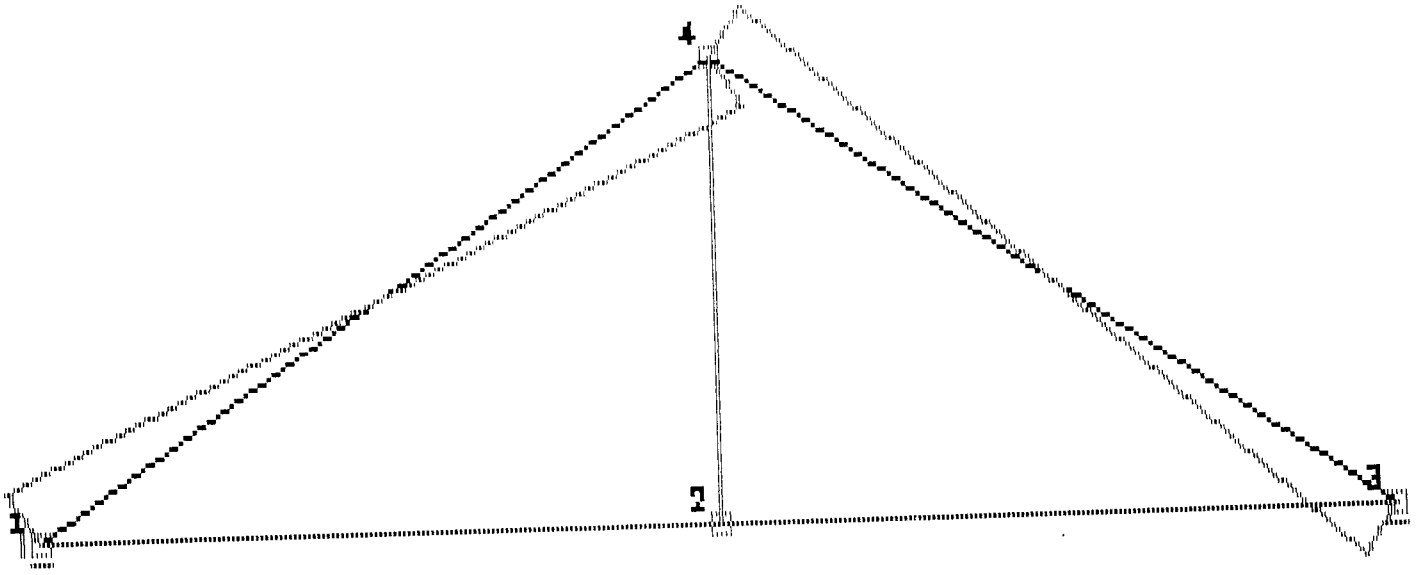
NODE	1-DISP (M)	2-DISP (M)	3-DISP (Rad)
1	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
2	2.1360D-03	-1.0451D-02	0.0000D+00
3	4.2720D-03	0.0000D+00	0.0000D+00
4	2.1360D-03	-1.0451D-02	0.0000D+00



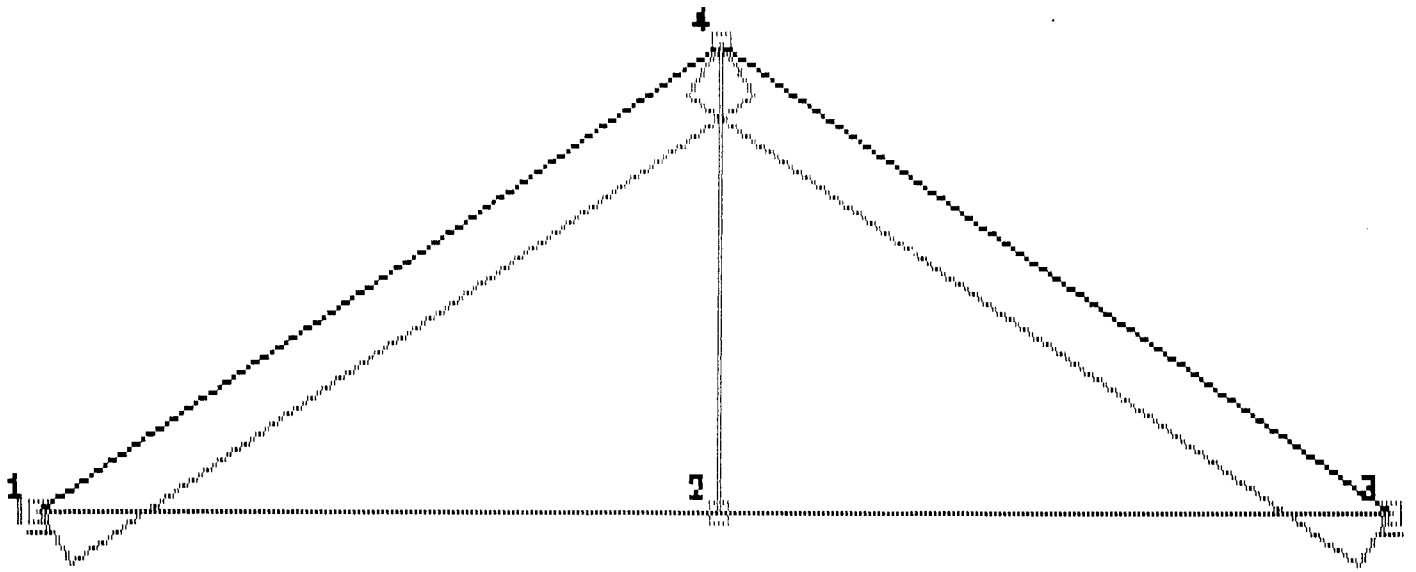
DISP.LC2 (1 = 1.48E-02)



NORMAL FORCE (\perp = 2.43E+02)



SHEAR FORCE (1 = 4.91E+01)



MOMENT (1 = 4.49E+01)


```

=====
MICROFEAP - P1          DATE: 05-17-2001          <COMB> P.1
PROJECT : Perumahan          FILENAME: gunung1
AUTHORITY:                  ENGINEER: Taufik H
=====

```

```

*****
*                               *
*   COMBINATION                 *
*                               *
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/0/1

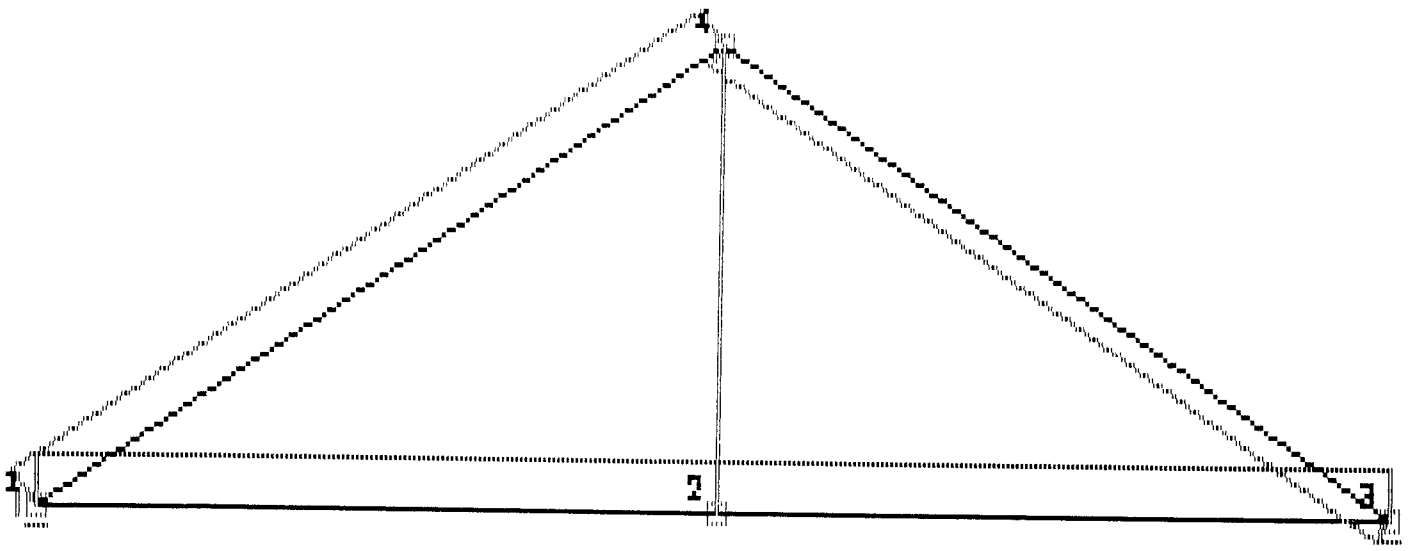
ELEM	MA	HINGE SECTION (M)	AXIAL F. (Kg)	SHEAR (Kg)	MOMENT (Kg-M)
1	2	0.00	2.7194D+01	0.0000D+00	0.0000D+00
		3.00	2.7194D+01	0.0000D+00	0.0000D+00
2	2	0.00	2.7194D+01	0.0000D+00	0.0000D+00
		3.00	2.7194D+01	0.0000D+00	0.0000D+00
3	1	0.00	2.3177D+01	1.0989D+01	-1.0058D+01
		3.66	2.3174D+01	-1.0971D+01	-1.0047D+01
4	1	0.00	-1.2699D+01	-1.4652D+01	1.3410D+01
		3.66	-1.2702D+01	1.4628D+01	1.3396D+01
5	1	0.00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
		2.10	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/0/1

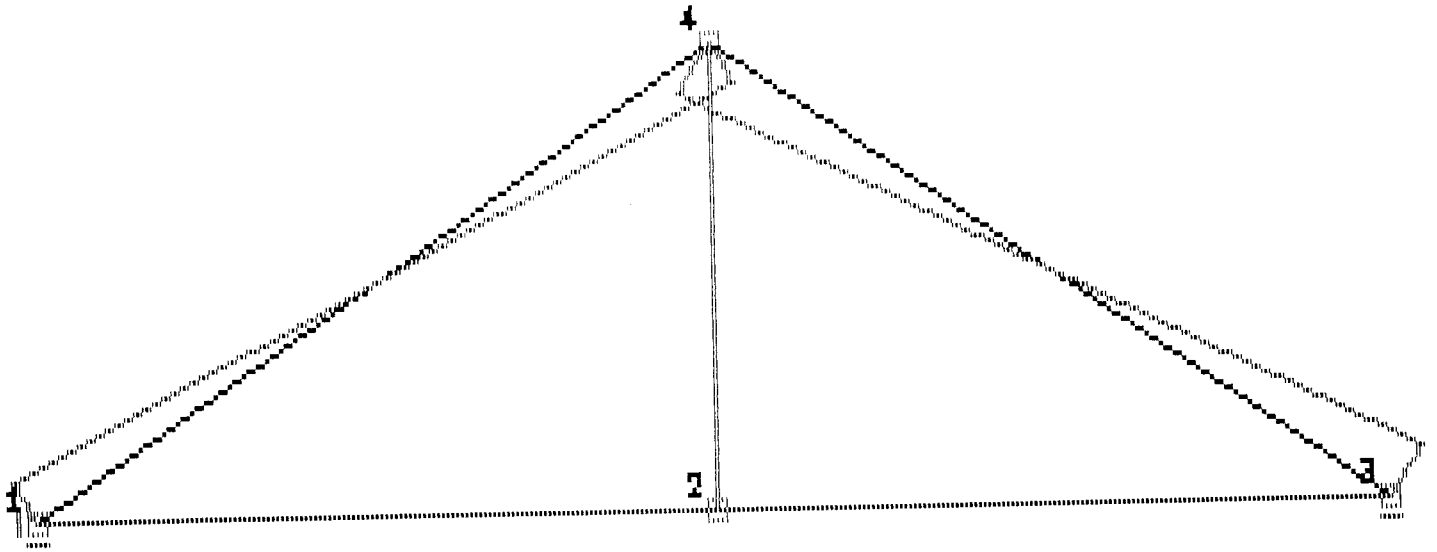
NODE	1-REACTION (Kg)	2-REACTION (Kg)	3-REACTION (Kg-M)
1	-5.2484D+01	-4.2888D+00	0.0000D+00
3	0.0000D+00	-4.6996D+00	0.0000D+00

DISPLACEMENT COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 0/0/1

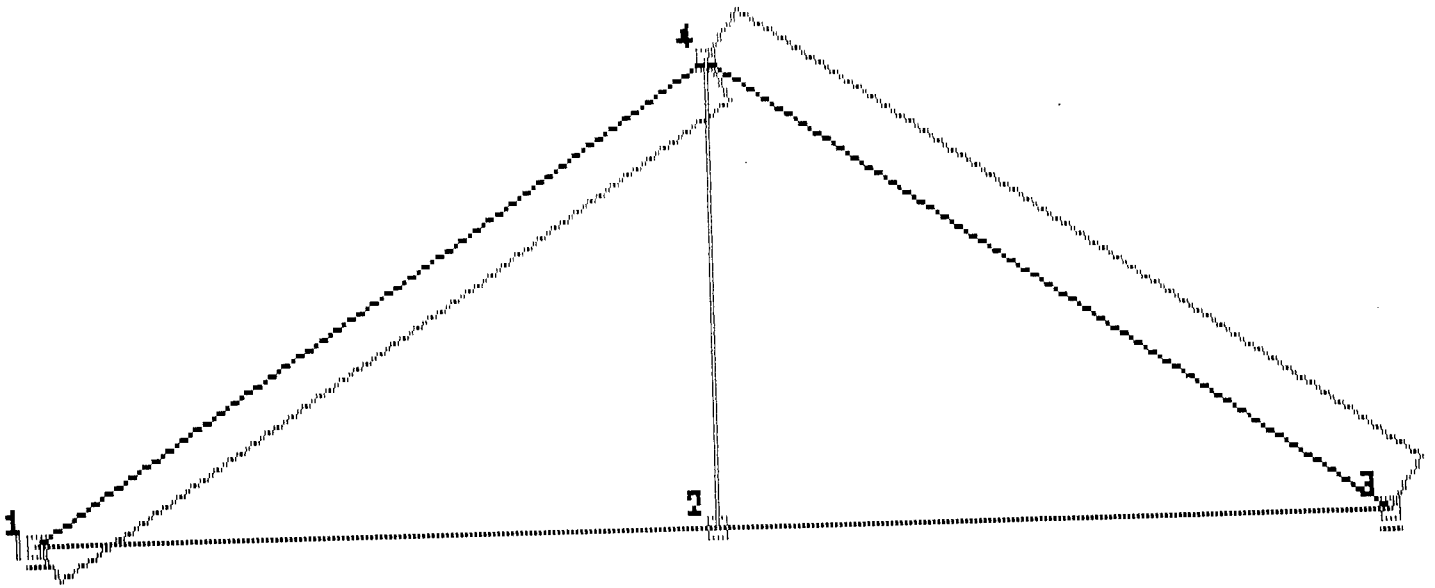
NODE	1-DISP (M)	2-DISP (M)	3-DISP (Rad)
1	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
2	4.0661D-04	-3.5861D-04	0.0000D+00
3	8.1322D-04	0.0000D+00	0.0000D+00
4	9.3946D-04	-3.5861D-04	0.0000D+00



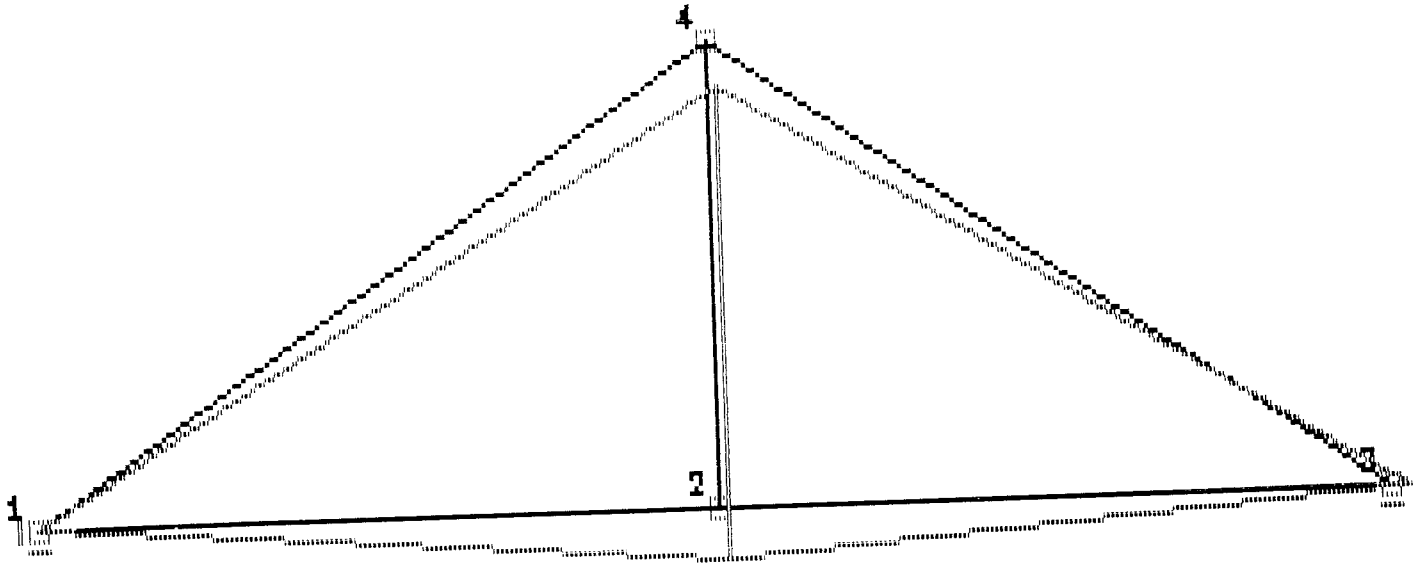
NORMAL FORCE (1 = 3.85E+01)



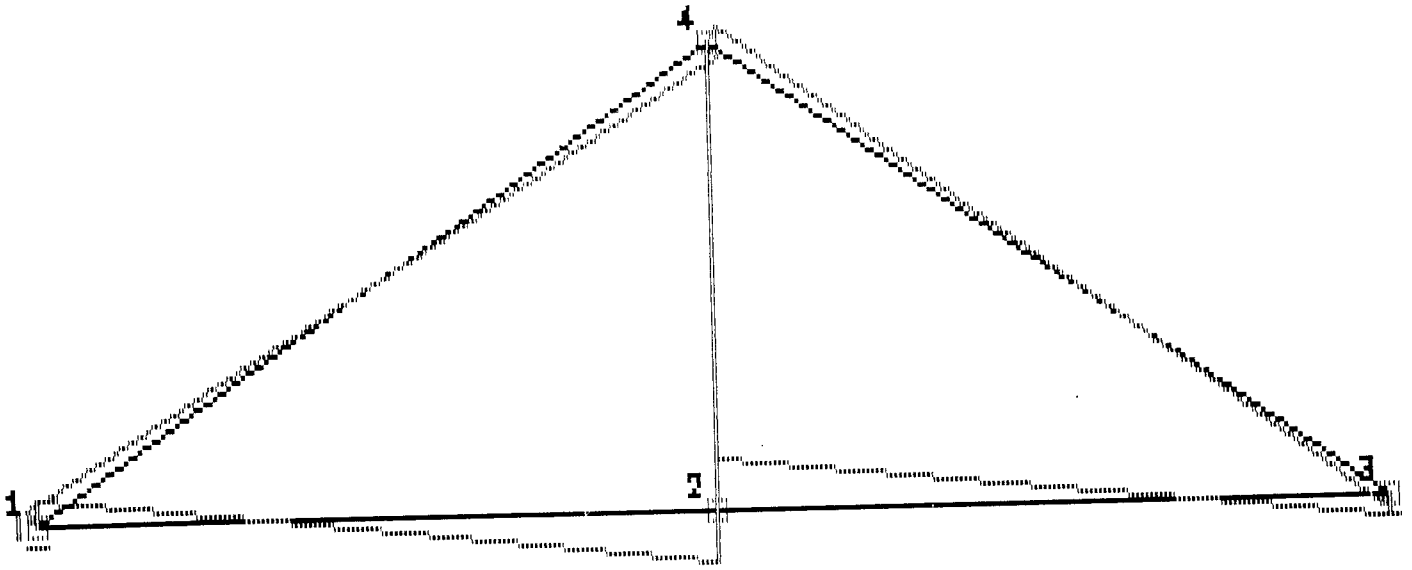
SHEAR FORCE (1 = 1.76E+01)



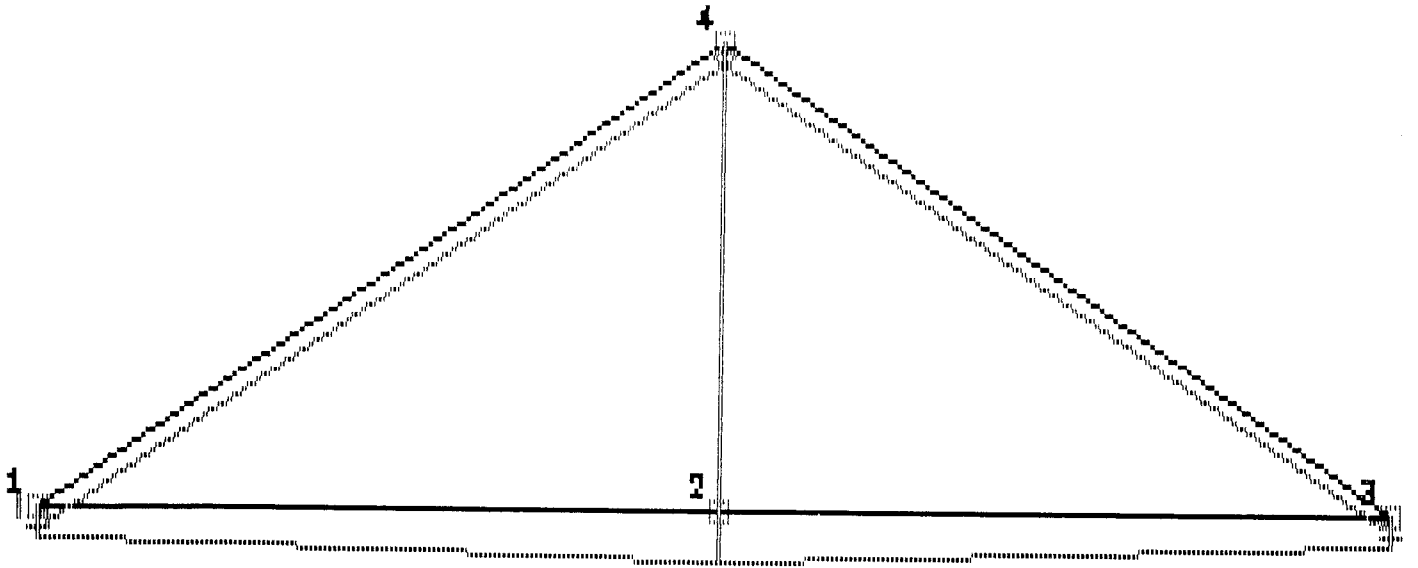
MOMENT (1 = 1.61E+01)



DISP.COM (1 = 1.49E-01)

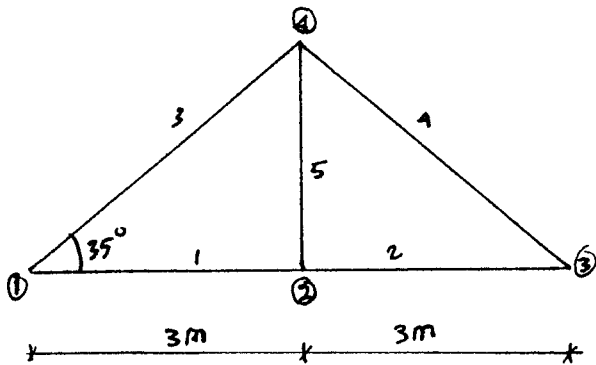


SHEAR FORCE (1 = 8.43E+02)



MOMENT (1 = 4.90E+02)

HITUNGAN DIMENSI BALOK GEIFEL



Data Perhitungan

→ Beton

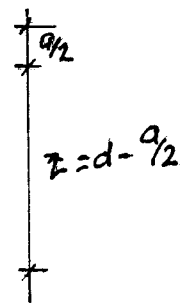
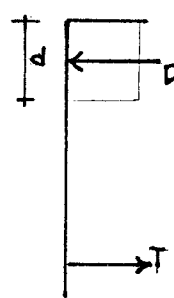
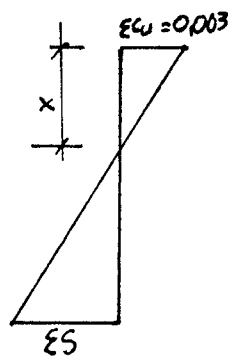
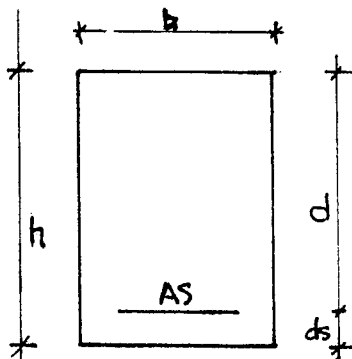
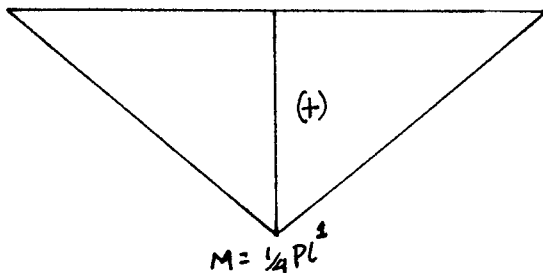
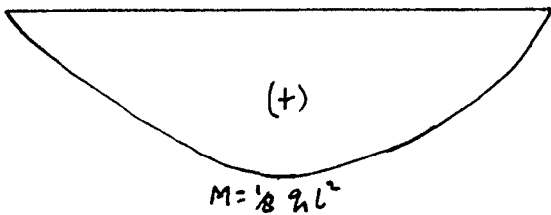
$$f'_c = 17,5 \text{ MPa} = 175 \text{ KN/m}^2$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$h =$$

→ Baja

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$



$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 17,5}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,01897$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,01897 = 0,0142$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035, \text{ diambil } \rho_i = 0,0102$$

Per
Ar
m
c

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 17,5} = 26,891$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \left(1 - \frac{\rho \cdot m}{2}\right) = 0,0102 \cdot 400 \left[1 - \frac{0,0102 \cdot 26,891}{2}\right] = 3,521 \text{ MPa}$$

↳ Berdasarkan kombinasi beban mati, hidup dan angin menurut perhitungan MICROFEAP (Batang 1 dan 2)

$$L = 3 \text{ m} \quad M_w = 0$$

$$M_D = 3,4622 \cdot 10^2 \text{ kgm} \quad M_L = 0$$

$$\begin{aligned} M_u &= 0,75 [1,2 M_D + 1,6 M_L + 1,6 M_L] \\ &= 0,75 [1,2 \cdot 346,22 + 0 + 0] \\ &= 311,598 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{311,598}{0,80} = 389,4975 \text{ kg-m}$$

$$\begin{aligned} b d^2_{\text{perlu}} &= \frac{M_n}{R_n} \\ &= \frac{(3,895 \cdot 10^6)}{3,521} = 1,1062 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

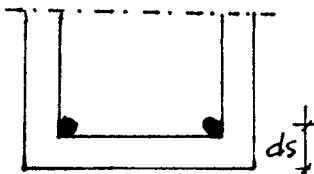
diambil $b = 150 \text{ mm}$
 $h = 200 \text{ mm}$
 $d_s = 60 \text{ mm}$
 $d = h - d_s = 200 - 60 = 140 \text{ mm}$

$$R_n \text{ baru} = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,895 \cdot 10^6}{150 \cdot 140^2} = 1,325 \text{ MPa} < R_n \text{ lama} = 3,521 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{pendekatan}} = \rho_{\text{lama}} \frac{R_n \text{ baru}}{R_n \text{ lama}} = 0,0102 \frac{1,325}{3,521} = 0,0038$$

$$A_s \text{ pendekatan} = \rho_p \cdot b \cdot d = 0,0038 \cdot 150 \cdot 140 = 79,8 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 2 D12 = 226,195 \text{ mm}^2 > 79,8 \text{ mm}^2$$



$$d_s = \frac{12}{2} + 10 + 40 = 56 \text{ mm} < 60 \text{ mm} \rightarrow \text{ok!}$$

$$s_{bd} = 150 - 2(12 + 40) - 2 \cdot 10 = 26 \text{ mm} > 13 \text{ mm} \rightarrow \text{ok!}$$

Periksa Kapasitas Penampang

Anggap baja tarik telah mencapai regangan leleh, pada saat beton tekan mencapai regangan hancur $\epsilon_{cu} = 0,003$

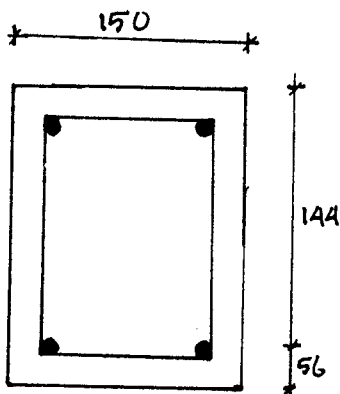
Gaya-gaya dalam:

$$D = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 0,85 \cdot 17,5 \cdot 150 \cdot a = 2231,25a$$

$$T = A_s \cdot F_y = 226,195 \cdot 400 = 90478 \text{ N}$$

$$D = T \Rightarrow 2231,25a = 90478$$

$$a = 40,55 \rightarrow x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{40,55}{0,85} = 47,71 \text{ mm}$$



→ Periksa regangan baja tarik

- regangan leleh

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,002$$

- regangan baja tulangan tarik

$$\epsilon_s = \frac{d-x}{x} \epsilon_{cu} = \frac{144 - 47,71}{47,71} \cdot 0,003$$

$$= 0,0061 > \epsilon_y = 0,002$$

→ baja tulangan tarik telah leleh.

Maka momen nominal:

$$M_n = T \left(d - \frac{a}{2} \right) = 90478 \cdot \left(144 - \frac{40,55}{2} \right) = 10870479,31 \text{ N} \cdot \text{mm} \\ = 10,871 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_u = \phi M_n = 0,8 \cdot 10,871 = 8,6964 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_u = 3,1198 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Jadi dimensi balok $15/20$ mampu menahan beban yang bekerja. maka dimensi balok aman digunakan.

LAMPIRAN PERHITUNGAN RAB PEKERJAAN ATAP

LAMPIRAN 8.A. PENUTUP ATAP TERPAKAI [GENTENG BETON]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap Luas total atap eff = 78,129 m² Panjang gording eff = 16 m¹ Bahan : 0,253 m³ kayu usuk 5/7 non terekspos @ Rp.1.250.000 = 316.250 0,111 m³ kayu usuk 5/7 terekspos @ Rp. 1.350.000 = 149.850 0,188 m³ kayu reng 3/5 @ Rp. 950.000 = 178.600 0,154 m³ kayu gording @ Rp. 1.500.000 = 231.000 31,2 lb harplek (1x2) @ Rp. 10.000 = 312.000 3 kg paku reng @ Rp. 4.000 = 12.000 4 kg paku usuk @ Rp. 5.000 = 20.000 10,98 m¹ papan alas talang 2/20 @ Rp. 13.000 = 142.740 10,98 m¹ papan talang seng @ Rp. 13.000 = 142.740 Upah : Tukang pasang kayu reng & usuk borongan (per m²) @ Rp. 5.000 x 78,129 = 390.645 Tukang pasang talang borongan (per m¹) @ Rp. 1.500 x 10,98 = 16.470 Total bahan & upah =</p>	<p align="right">1.912.295,00</p>
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Genteng Beton, Nok Beton, Nok Aksesories, & Lisplang Panjang eff nok beton (kerpus wuwung) = 21,5 m¹ Panjang eff nok aksesories = 40 m¹ Bahan : 937,548 buah genteng beton 30x40 @ Rp. 1.000 = 937.548 71,67 bh kerpus 0,3 m @ Rp. 1.500 = 107.505 133,33 buah aksesories 0,3 m @ Rp. 2.500 = 333.325 40 m¹ papan lisplang 2/20 @ Rp. 14.000 = 560.000 Upah : Tukang pasang & potong genteng beton borongan (per m²) @ Rp. 3.000 x 78,129 m² = 234.387 Tukang pasang & potong nok, aksesories & perapian nok @ Rp. 7.500 x 61,6 m¹ = 462.000 Tukang pasang lisplang borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 40 m¹ = 200.000 Total bahan & upah =</p>	<p align="right">2.834.765,00</p>
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Volume usuk terekspos (3 mata) = 0,111 m³ Luas harplek total (31,2 lb) = 62,4 m² Panjang talang eff = 10,98 m¹ Panjang eff lisplang = 40 m¹ Bahan : 1 kg cat besi untuk talang air @ 22.500 = 22.500 10 kg cat dasar (meni) kayu @ Rp. 7.500 = 75.000 10 kg cat genteng (per 4 kg = 52.000) @ Rp. 13.000 = 130.000 5 kg cat harplek (1 kaleng 5 kiloan) = 45.000 5 kg cat lisplang @ Rp. 22.500 = 112.500 Upah : Tukang cat kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x 40 = 120.000 Tukang cat genteng beton (per m²) @ Rp. 2.500 x 158,976 = 397.440 Tukang cat lisplang (per m²) @ Rp. 3.000 x 20 = 60.000 Total bahan & upah =</p>	<p align="right">962.440,00</p>
TOTAL :		<p align="right">5.709.500,00</p>

LAMPIRAN 8.A.1. PENUTUP ATAP ALTERNATIF I [GENTENG TANAH LIAT SOKKA]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Pemasangan Rangka Atap Luas total atap eff = 78,129 m² Panjang total gording eff = 16 m¹ Bahan : 0,253 m³ kayu usuk 5/7 @ Rp. 1.050.000 = 265.650 0,111 m³ kayu usuk 5/7 terekspos @ Rp. 1.150.000 = 127.650 0,188 m³ kayu reng 3/5 @ Rp. 750.000 = 141.000 0,154 m³ kayu gording @ Rp. 1.500.000 = 231.000 31,2 lb harplek (1x2) @ Rp. 10.000 = 312.000 3 kg paku reng @ Rp. 4.000 = 12.000 4 kg paku usuk @ Rp. 5.000 = 20.000 10,98 m¹ papan alas talang 2/20 @ Rp. 13.000 = 142.740 10,98 m¹ papan talang seng @ Rp. 13.000 = 142.740 Upah : Tukang pasang kayu reng & usuk borongan (per m²) @ Rp. 5.000 x 78,129 = 390.645 Tukang pasang talang borongan (per m¹) @ Rp. 1.500 x 10,98 = 16.470 Total bahan & upah =</p>	<p>1.801.895,00</p>
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Genteng Sokka, Nok Sokka, Nok Aksesories, & Lisplang Luas total atap eff = 78,129 m² Panjang eff nok Sokka (kerpus wuwung) = 21,5 m¹ Panjang eff nok aksesories = 40 m¹ Bahan : 1.562,58 buah genteng Sokka 27x 35 @ Rp. 500 = 781.290 71,67 buah kerpus 0,3 m @ Rp. 750 = 53.752,5 133,33 buah aksesories 0,3 m @ Rp. 750 = 99.997,5 40 m¹ papan lisplang 2/20 @ Rp. 14.000 = 560.000 Upah : Tukang pasang & potong genteng Sokka borongan (per m²) @ Rp. 3.000 x 78,129 m² = 234.387 Tukang pasang & potong nok, aksesories & perapian nok @ Rp. 7.500 x 61,6 m¹ = 462.000 Tukang pasang lisplang borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 40 m¹ = 200.000 Total bahan & upah =</p>	<p>2.180.478,00</p>
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Luas total atap eff = 78,129 m² Volume usuk terekspos (3 mata) = 0,111 m³ Luas harplek (31,2 lb) = 62,4 m² Panjang eff nok Sokka = 21,5 m¹ Panjang eff aksesories = 40 m¹ Panjang talang eff = 10,98 m¹ Panjang eff lisplang = 40 m¹ Bahan : 1 kg cat besi untuk talang air @ 22.500 = 22.500 10 kg cat dasar (meni) kayu @ Rp. 7.500 = 75.000 10 kg cat genteng (per 4 kg = 52.000) @ Rp. 13.000 = 130.000 5 kg cat harplek (1 kaleng 5 kiloan) = 45.000 5 kg cat kayu usuk terekspos & lisplang @ Rp. 22.500 = 112.500 Upah : Tukang cat kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x 40 = 120.000 Tukang cat genteng Sokka (per m²) @ Rp. 2.500 x 158,976 = 397.440 Tukang cat lisplang (per m²) @ Rp. 3.000 x 20 = 60.000 Total bahan & upah =</p>	<p>917.440,00</p>
TOTAL :		4.899.813,00

LAMPIRAN 2.A.2. PENUTUP ATAP ALTERNATIF II [ASBES BERGELOMBANG BERWARNA]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Pemasangan Usuk 5/7 & Talang Air Luas total atap eff = 78,129 m² Panjang total gording eff = 32 m¹ Bahan : 0,253 m³ kayu usuk 5/7 @ Rp. 1.050.000 = 265.650 0,111 m³ kayu usuk 5/7 terekspos @ Rp. 1.150.000 = 127.650 0,307 m³ kayu gording @ Rp. 1.500.000 = 460.800 31,2 lb harplek (1x2) @ Rp. 10.000 = 312.000 1 kg paku harplek @ Rp. 4.000 = 4.000 4 kg paku usuk @ Rp. 5.000 = 20.000 10,98 m¹ papan alas talang 2/20 @ Rp. 13.000 = 142.740 10,98 m¹ papan talang seng @ Rp. 13.000 = 142.740 Upah : Tukang pasang kayu usuk borongan (per m²) @ Rp. 5.000 x 78,129 x 0,5 = 195.322,5 Tukang pasang talang borongan (per m¹) @ Rp. 1.500 x 10,98 = 16.470 Total bahan & upah =</p>	<p>1.687.372,50</p>
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Asbes Bergelombang, Nok Sokka, Nok Aksesories, & Lisplang Luas total atap eff = 78,129 m² Panjang eff nok Sokka (kerpus wuwung) = 21,5 m¹ Panjang eff nok aksesories = 40 m¹ Luas asbes eff = 2,453 m² (dimensi eff = 1,12 x 2,19 m²) Bahan : 31,85 lembar asbes bergelombang 1,2 x 2,44 m² @ Rp. 32.000 = 1.019.200 71,67 bh kerpus 0,3 m @ Rp. 750 = 53.752,5 40 m¹ papan lisplang 2/20 @ Rp. 14.000 = 560.000 Upah : Tukang pasang & potong asbes bergelombang borongan (per m²) @ Rp.3.000 x 78,129 m² = 234.387 Tukang pasang & potong nok & perapian nok @ Rp. 7.500 x 61,6 m¹ = 462.000 Tukang pasang lisplang borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 40 m¹ = 200.000 Total bahan & upah =</p>	<p>2.529.339,50</p>
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Luas total atap eff = 78,129 m² Volume usuk terekspos (3 mata) = 0,111 m³ Luas harplek (31,2 lb) = 62,4 m² Panjang eff nok beton = 21,5 m¹ Panjang eff aksesories = 40 m¹ Panjang talang eff = 10,98 m¹ Panjang eff lisplang = 40 m¹ Bahan : 1 kg cat besi untuk talang air @ 22.500 = 22.500 10 kg cat dasar (meni) kayu @ Rp. 7.500 = 75.000 8 kg cat asbes bergelombang (per 4 kg = 52.000) @ Rp. 13.000 = 104.000 5 kg cat harplek (1 kaleng 5 kiloan) = 45.000 5 kg cat kayu lisplang @ Rp. 22.500 = 112.500 Upah : Tukang cat kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x 40 = 120.000 Tukang cat asbes bergelombang (per m²) @ Rp. 2.500 x 158,976 = 397.440 Tukang cat lisplang (per m²) @ Rp. 3.000 x 20 = 60.000 Total bahan & upah =</p>	<p>936.440,00</p>
TOTAL :		5.153.152,00

LAMPIRAN 8.B. KUDA-KUDA TERPAKAI [KAYU BANGKIRAI]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Pemasangan Kuda-kuda Bangkirai 8/14 Panjang total kayu kuda-kuda non tereksposeff = 26,79 m¹ Panjang kayu kuda-kuda tereksposeff = 5,14 m¹ Lebar bentangan kuda-kuda : K₁ = 6 m, K₂ = 3 m, & K₃ = 2 m Luas penampang eff kuda-kuda = 0,0112 m² Volume kuda-kuda non tereksposeff = 0,3 m³ Volume kuda-kuda tereksposeff = 0,061 m³ Bahan : 0,358 m³ kayu bangkirai 8/14 @ Rp. 1.900.000 = 680.200 Upah : Tukang pasang kayu kuda-kuda (per m¹) @ Rp. 27.000 x (6 + 3 + 2) = 297.000 Total bahan & upah =</p>	977.200,00
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Murplat 8/12, Balok Nok 8/12 & Gording 8/12 Panjang murplat tidak tereksposeff = 18 m¹ Panjang murplat tereksposeff = 6 m¹ Panjang nok tereksposeff = 5 m¹ Panjang nok tidak tereksposeff = 13,5 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Bahan : 42,5 m¹ kayu 8/12 @ Rp. 28.500 = 1.211.250 21,5 m¹ papan reuter 2/20 @ Rp. 14.000 = 301.000 Upah : Tukang kayu murplat & nok 8/12 borongan (per m¹) @ Rp. 2.000 x 67,5 = 135.000 Tukang pasang reuter borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 21,5 m¹ = 107.500 Total bahan & upah =</p>	1.754.750,00
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Panjang murplat tidak tereksposeff = 18 m¹ Panjang murplat tereksposeff = 6 m¹ Panjang nok tereksposeff = 5 m¹ Panjang nok tidak tereksposeff = 13,5 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Volume kuda-kuda non tereksposeff = 0,3 m³ Volume kuda-kuda tereksposeff = 0,061 m³ Bahan : 10 kg cat dasar (meni) kayu kuda-kuda, murplat, nok, & reuter @ Rp. 7.500 = 75.000 6 kg cat kayu kuda-kuda tereksposeff, nok, & murplat @ Rp. 22.500 = 135.000 Upah : Tukang cat kayu borongan (per m²) @ Rp. 3.000 x 23,82 = 71.460 Tukang cat reuter borongan (per m²) @ Rp. 3.000 x 8,6 = 25.800 Total bahan & upah =</p>	307.260,00
TOTAL :		3.039.210,00

LAMPIRAN 8.B.1. KUDA-KUDA ALTERNATIF I [GUNUNGAN]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Kuda-kuda Gunungan Panjang total kuda-kuda non terekspos eff = 23,13 m¹ Panjang kuda-kuda terekspos eff = 5,14 m¹ Luas penampang balok beton 15/15 = 0,0225 m² Luas penampang balok geifel 20/15 = 0,03 m² Total pasangan bata merah tersusun (termasuk spesi) = 350 buah bata merah Volume kuda-kuda non terekspos = 0,588 m³ Volume kuda-kuda terekspos = 0,131 m³ Bahan : 0,588 m³ balok beton kuda-kuda terekspos (sudah termasuk plesteran aci & plamir per m³) @ Rp. 600.000 = 352.800 0,131 m³ balok beton kuda-kuda non terekspos (sudah termasuk plesteran aci & plamir per m³) @ Rp. 600.000 = 78.390 350 buah bata merah @ Rp. 150 = 52.500 Upah : Tukang cor beton (per m¹) @ Rp. 2.500 x 28,27 = 70.675 Tukang perancang besi tulangan (per m¹) @ Rp. 2.000 x 28,27 = 56.540 Tukang pembuat bekisting (per m¹) @ Rp. 2.000 x 28,27 = 56.540 Tukang kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x (6,9 + 4,3) = 33.600 Tukang pasangan bata (per m²) @ Rp. 6.000 x 5,825 = 34.950 Tukang plesteran aci (per m¹) @ 4.000 x 28,27 = 113.080 Total bahan & upah =</p>	849.075,00
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Murplat 8/12 & Nok 8/12 Panjang kayu nok 8/12 terekspos = 5 m¹ Panjang kayu nok 8/12 tidak terekspos = 13,5 m¹ Panjang murplat eff = 24 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Bahan : 42,5 m¹ kayu 8/12 @ Rp. 13.500 = 573.750 21,5 m¹ papan reuter 2/20 @ Rp. 14.000 = 301.000 Upah : Tukang kayu 8/12 borongan (per m¹) @ Rp. 2.000 x 38 = 76.000 Tukang pasang reuter borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 21,5 m¹ = 107.500 Total bahan & upah =</p>	1.058.250,00
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Panjang murplat eff = 24 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Volume kuda-kuda non terekspos = 0,3 m³ Volume kuda-kuda terekspos = 0,061 m³ Bahan : 10 kg cat dasar (meni) kayu kuda-kuda & reuter @ Rp. 7.500 = 75.000 5 kg cat kayu kuda-kuda terekspos @ Rp. 22.500 = 112.500 Upah : Tukang cat kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x 17 = 51.000 Tukang cat reuter (per m²) @ Rp. 3.000 x 8,6 = 25.800 Total bahan & upah =</p>	264.300,00
TOTAL :		2.171.625,00

LAMPIRAN 8.B.2. KUDA-KUDA ALTERNATIF II [KAYU GLUGU]

NO	URAIAN	HARGA SATUAN PEKERJAAN
1.	<p>Pekerjaan Pemasangan Kuda-kuda Glugu 8/14 Panjang total kayu kuda-kuda non tereksposeff = 26,79 m¹ Panjang kayu kuda-kuda tereksposeff = 5,14 m¹ Lebar bentangan kuda-kuda : K₁ = 6 m, K₂ = 3 m, & K₃ = 2 m Luas penampang eff kuda-kuda = 0,0112 m² Volume kuda-kuda non tereksposeff = 0,3 m³ Volume kuda-kuda tereksposeff = 0,061 m³ Bahan : 0,358 m³ kayu glugu 8/14 @ Rp. 1.400.000 = 501.200 Upah : Tukang pasang kayu kuda-kuda (per m¹) @ Rp. 27.000 x (6 + 3 + 2) = 297.000 Total bahan & upah =</p>	798.200,00
2.	<p>Pekerjaan Pemasangan Murplat 8/12 & Balok Nok 8/12 Panjang murplat tidak tereksposeff = 18 m¹ Panjang murplat tereksposeff = 6 m¹ Panjang nok tereksposeff = 5 m¹ Panjang nok tidak tereksposeff = 13,5 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Bahan : 42,5 m¹ kayu 8/12 @ Rp. 13.500 = 573.750 21,5 m¹ papan reuter 2/20 @ Rp. 14.000 = 301.000 Upah : Tukang kayu murplat & gording 8/12 borongan (per m¹) @ Rp. 2.000 x 67,5 = 135.000 Tukang pasang reuter borongan (per m¹) @ Rp. 5.000 x 21,5 m¹ = 107.500 Total bahan & upah =</p>	1.117.250,00
3.	<p>Pekerjaan Pengecatan Panjang murplat tidak tereksposeff = 18 m¹ Panjang murplat tereksposeff = 6 m¹ Panjang nok tereksposeff = 5 m¹ Panjang nok tidak tereksposeff = 13,5 m¹ Panjang total reuter 2/20 eff = 21,5 m¹ Volume kuda-kuda non tereksposeff = 0,3 m³ Volume kuda-kuda tereksposeff = 0,061 m³ Bahan : 10 kg residu (ter) kayu kuda-kuda, gording, murplat, nok, & reuter @ Rp. 7.500 = 75.000 6 kg cat kayu kuda-kuda tereksposeff, nok, & murplat @ Rp. 22.500 = 135.000 Upah : Tukang cat & residu kayu (per m²) @ Rp. 3.000 x 17 = 51.000 Tukang cat reuter (per m²) @ Rp. 3.000 x 8,6 = 25.800 Total bahan & upah =</p>	286.800,00
TOTAL :		2.202.250,00

REKAPITULASI PERHITUNGAN RAB PEKERJAAN ATAP

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan RAB Pekerjaan Atap

RAB PEKERJAAN PENUTUP ATAP [Rp]	ATAP TERPAKAI	ATAP ALTERNATIF I	HEMAT	ATAP ALTERNATIF II	HEMAT
	5.709.500,00	4.899.813,00	809.687,00	5.153.152,00	556.348,00
RAB PEKERJAAN KUDA-KUDA [Rp]	KUDA-KUDA TERPAKAI	KUDA-KUDA ALTERNATIF I	HEMAT	KUDA-KUDA ALTERNATIF II	HEMAT
	3.039.210,00	2.171.625,00	867.585,00	2.202.250,00	836.960,00

Sehingga dicoba “Kombinasi” Harga RAB Pekerjaan Atap sebagai berikut :

- Kombinasi I [B]** : Atap alternatif I (genteng tanah liat Sokka) & kuda-kuda alternatif I (gunungan)
- Kombinasi II [C]** : Atap alternatif I & kuda-kuda II (kayu glugu)
- Kombinasi III [D]** : Atap alternatif II (asbes bergelombang) & kuda-kuda alternatif I
- Kombinasi IV [E]** : Atap alternatif II & kuda-kuda alternatif II

Harga RAB Pekerjaan atap :

- RAB Kombinasi I [B]** = 4.899.813,00 + 2.171.625,00 = Rp. 7.071.438,00
- RAB Kombinasi II [C]** = 4.899.813,00 + 2.202.250,00 = Rp. 7.102.063,00
- RAB Kombinasi III [D]** = 5.153.152,00 + 2.171.625,00 = Rp. 7.324.777,00
- RAB Kombinasi IV [E]** = 5.153.152,00 + 2.202.250,00 = Rp. 7.355.402,00
- RAB Asli [A]** = 5.709.500,00 + 3.039.210,00 = Rp. 8.748.710,00

Besarnya “Penghematan RAB Kombinasi” terhadap RAB Asli [A] :

- Penghematan RAB Kombinasi I [B] = Rp. 1.677.272,00
- Penghematan RAB Kombinasi II [C] = Rp. 1.646.647,00
- Penghematan RAB Kombinasi III [D] = Rp. 1.423.933,00
- Penghematan RAB Kombinasi IV [E] = Rp. 1.393.308,00

PERHITUNGAN KOMBINASI PEKERJAAN ATAP ALTERNATIF

Tabel 2. Biaya Pemeliharaan Dalam Biaya Sekarang (Present Worth, PW)

NAMA ITEM	VOLUME	HARGA PER Kg BAHAN PENGAWET		HARGA PW (Rp)
		CAT DASAR (Rp)	TER (Rp)	
1. Kuda-kuda Bangkirai	10 kg	7.500	-	75.000,00
2. Kuda-kuda Gunungan	0 kg	-	-	0
3. Kuda-kuda Kayu Glugu	10 kg	-	7.500	75.000,00
1. Atap Genteng Beton	10 kg	13.000	-	130.000,00
2. Atap Genteng Biasa	10 kg	13.000	-	130.000,00
3. Atap Asbes Bergelombang	10 kg	13.000	-	130.000,00

Tabel 3. Harga Rangka Kuda-kuda dan Penutup Atap Keseluruhan dan Penghematan (*Initial Cost, IC*)

NAMA ITEM	HARGA [IC] (Rp)	PENGHEMATAN (Rp)
1. Pek. Atap Terpakai [A]	8.748.710,00	0
2. Pek. Atap Kombinasi I [B]	7.071.438,00	1.677.272,00
3. Pek. Atap Kombinasi II [C]	7.102.063,00	1.646.647,00
4. Pek. Atap Kombinasi III [D]	7.324.777,00	1.423.933,00
5. Pek. Atap Kombinasi IV [E]	7.355.402,00	1.393.308,00

Tabel 4. Biaya Siklus Hidup Pekerjaan Atap (*Annual Cost, AC*), dengan $CRF = 0,1547$

KETERANGAN	A	B	C	D	E
Amortisasi (PV) $PV = CRF \times IC$	1.353.425,44	1.093.951,46	1.098.689,15	1.133.143,00	1.137.880,69
Biaya Pemeliharaan Kuda-kuda	75.000,00	0	75.000,00	0	75.000,00
Biaya Pemeliharaan Penutup Atap	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00
Biaya Penggantian	0	0	0	0	0
TOTAL AC (Rp)	1.558.425,44	1.223.951,46	1.303.689,15	1.263.143,00	1.342.880,69

Adapun besarnya penghematan untuk *annual cost* (AC) pada pekerjaan atap adalah sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi I (Atap genteng tanah liat & kuda-kuda gunung) = [B] :
= Rp. 1.558.425,44 – Rp. 1.223.951,46 = Rp. 334.473,98 (I)
2. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi II (Atap genteng tanah liat & kuda-kuda glugu) = [C] :
= Rp. 1.558.425,44 – Rp. 1.303.689,15 = Rp. 254.736,29 (III)
3. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi III (Atap asbes bergelombang & kuda-kuda gunung) = [D] :
= Rp. 1.558.425,44 – Rp. 1.263.143,00 = Rp. 295.282,44 (II)
4. Untuk Pekerjaan Atap Kombinasi IV (Atap asbes bergelombang & kuda-kuda glugu) = [E] :
= Rp. 1.558.425,44 – Rp. 1.342.880,69 = Rp. 215.544,75 (IV)

... karena itu, dari kedua pemenang alternatif I dan II dari tiap-tiap item alternatif penutup atap & kuda-kuda, diperoleh penghematan. Pemenang I = Pekerjaan kombinasi I [B], dengan AC = Rp. 334.473,98
Pemenang II = Pekerjaan kombinasi III [D], dengan AC = Rp. 295.282,44
Pemenang III = Pekerjaan kombinasi II [C], dengan AC = Rp. 254.736,29
Pemenang IV = Pekerjaan kombinasi IV [E], dengan AC = Rp. 215.544,75

LAMPIRAN 9. ANALISIS HASIL KUISIONER
A. KUDA-KUDA

RANGKING & KRITERIA	BETON BERTULANG			BAMBU PETUNG			BAJA PROFIL L			KAYU GLUGU			GUNUNGAN							
	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ				
1 Biaya Awal	25	5	83,33	30	23	7	76,67	30	6	24	80	30	21	9	70	30	25	5	83,33	30
2 Waktu Pelaksanaan	11	19	63,33	30	19	11	63,33	30	14	16	53,33	30	22	8	73,33	30	24	6	80	30
3 Daya Dukung	30	0	100	30	7	23	76,67	30	17	13	56,67	30	10	20	66,67	30	21	9	70	30
4 Teknologi	22	8	73,33	30	7	23	76,67	30	19	11	63,33	30	18	12	60	30	22	8	73,33	30
5 Sarana Kerja	13	17	56,67	30	18	12	60	30	10	20	66,67	30	17	13	56,67	30	23	7	76,67	30
6 Pabrikasi	19	11	63,33	30	6	24	80	30	25	5	83,33	30	9	21	70	30	20	10	66,67	30
7 Kemungkinan Diterapkan	19	11	63,33	30	18	12	60	30	18	12	60	30	18	12	60	30	25	5	83,33	30
8 Kemudahan Pelaksanaan	0	21	70	30	20	10	66,67	30	8	22	73,33	30	16	14	53,33	30	23	7	76,67	30
9 Biaya Pemeliharaan	23	7	76,67	30	8	22	73,33	30	14	16	53,33	30	9	21	70	30	24	6	80	30

* NILAI PROSENTASE TERJINGGI DIATAS [DARI ANGKA YANG TERCETAK TEBAL] DIJADIKAN SEBAGAI PEDOMAN/PATOKAN UNTUK PEMBERIAN NILAI KRITERIA [+ / -] TAHAPAN ANALISIS UNTUNG-RUGI PADA BAB V.

* Σ = 30, MERUPAKAN JUMLAH RESPONDEN KUISIONER

LAMPIRAN 9. ANALISIS HASIL KUISIONER
B. PENUTUP ATAP

RANGKING & KRITERIA	ATAP SIRAP			ATAP BAMBU			ASBES GELOMBANG			SENG GELOMBANG			GENTENG TINGGI			
	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ	+	-	%	Σ
1 Biaya Awal	13	17	56,67	30	13	17	56,67	30	16	14	56,33	30	17	13	56,67	30
2 Waktu Pelaksanaan	11	19	63,33	30	16	14	53,33	30	18	12	60	30	16	14	56,67	30
3 Daya Dukung	10	20	66,67	30	11	19	63,33	30	20	10	66,67	30	19	11	63,33	30
4 Teknologi	13	17	56,67	30	13	17	56,67	30	25	5	83,33	30	9	7	76,67	30
5 Sarana Kerja	17	13	56,67	30	16	14	53,33	30	24	6	80	30	22	8	73,33	30
6 Pabrikasi	19	11	63,33	30	0	30	100	30	23	7	76,67	30	24	6	80	30
7 Kemungkinan Diterapkan	16	14	53,33	30	10	20	66,67	30	16	14	56,33	30	12	18	60	30
8 Kemudahan Pelaksanaan	8	22	73,33	30	17	13	56,67	30	25	5	83,33	30	23	7	76,67	30
9 Biaya Pemeliharaan	8	22	73,33	30	12	18	60	30	23	7	76,67	30	9	21	70	30

* NILAI PROSENTASE TERTINGGI DIATAS [DARI ANGKA YANG TERCETAK TEBAL] DIJADIKAN SEBAGAI PEDOMAN/PATOKAN UNTUK MEMBERIKAN NILAI KRITERIA [+ / -] TAHAPAN ANALISIS UNTUNG-RUGI PADA BAB V.

* Σ = 30, MERUPAKAN JUMLAH RESPONDEN KUISIONER

**LAMPIRAN 10.B. PERHITUNGAN URUTAN-PARAMETER BERDASARKAN KUISIONER
[PENILAIAN PARAMETER KRITERIA]**

NO	KRITERIA	PARAMETER (BERDASARKAN JUMLAH/BANYAKNYA KUISIONER) KE :																														Σ	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	Biaya Awal	9	7	9	6	5	9	9	9	8	8	9	9	8	9	6	9	9	9	9	9	9	6	6	6	8	9	9	6	6	9	8	241 [I]
2	Waktu Pelaksanaan	6	6	8	5	6	1	3	8	1	9	1	8	8	6	8	3	6	8	8	8	7	7	8	2	7	5	8	7	7	6	234 [II]	
3	Daya Dukung	8	8	7	3	8	8	7	7	9	7	8	7	2	9	7	4	5	7	3	6	6	8	7	4	5	7	4	8	6	7	192 [III]	
4	Kemudahan Pelaksanaan	2	2	6	1	7	3	3	3	2	2	3	2	3	5	6	2	2	2	2	2	5	4	5	2	1	2	1	2	5	3	4	92 [VII]
5	Teknologi	5	5	5	9	9	7	6	6	7	1	7	1	7	4	4	5	8	1	7	7	1	6	9	9	4	6	9	3	4	5	167 [IV]	
6	Sarana Kerja	4	4	4	7	4	5	1	1	6	6	2	6	1	3	5	7	7	6	6	3	5	4	5	5	6	8	7	1	5	1	135 [V]	
7	Kemungkinan Diterapkan Pabrikasi	1	9	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	7	3	9	4	4	4	4	2	3	2	4	7	9	2	3	2	1	3	119 [VII]	
8	Biaya Pemeliharaan	3	3	2	4	2	6	5	5	5	5	6	5	6	2	2	8	3	5	5	1	8	3	1	3	3	4	5	9	2	9	130 [VI]	
9		7	1	1	8	1	2	2	2	3	3	5	3	5	1	1	1	1	3	1	4	2	1	3	8	1	3	1	4	8	2	88 [IX]	
		TOTAL NILAI :																														139	
																																8	

KETERANGAN :

A. NILAI [BERDASARKAN RANGKING]: 1 = 9 2 = 8 3 = 7 4 = 6 5 = 5 6 = 4 7 = 3 8 = 2 9 = 1
 B. ANGKA ROMA [I-IX] = RANGKING PARAMETER/KRITERIA [UNTUK ANALISIS UNTUNG-RUGI & PHA PADA ANALISIS MATRIKS]

LAMPIRAN

KUISIONER PENELITIAN :

APLIKASI ANALISIS NILAI PADA PERUMAHAN SAKA PERMAI TIPE 70 DI YOGYAKARTA

Dengan hormat,

Dalam rangka menyelesaikan studi di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, konsentrasi Manajemen Konstruksi, kami mengadakan penelitian untuk tesis dengan judul **Aplikasi Analisis Nilai Pada Perumahan Saka Permai Tipe 70 di Yogyakarta**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ranking (urutan) pentingnya dari beberapa pertanyaan berikut beserta kemungkinan nilai yang dapat diperoleh dan untuk mengetahui adanya ide-ide alternatif pengganti bahan bangunan semula (awal) sehingga dapat menciptakan suatu ide bahan/item bangunan yang optimal dengan menggunakan metode analisis nilai agar terwujud suatu efisiensi dan penghematan. Bahan bangunan awal obyek yang ditinjau adalah kayu bangkirai untuk kuda-kuda dan genteng beton berwarna untuk penutup atap.

Studi analisis nilai adalah studi nilai dari produk yang sedang dibangun dan menganalisis untuk mengetahui apabila ada bagian yang dapat diperbaiki. Hal yang mendasari perlunya analisis nilai adalah bahwa disetiap kegiatan konstruksi selalu terdapat biaya-biaya yang tidak perlu sehingga dengan menggunakan metode analisis nilai diharapkan dapat menghilangkan biaya-biaya tersebut agar diperoleh hasil yang optimal, efisien, dan hemat. Untuk dapat mewujudkan hasil yang maksimal pada penelitian ini maka ketulusan dan keikhlasan serta kerelaan menjawab pertanyaan ini sangat kami harapkan. Semua jawaban anda akan kami gunakan untuk keperluan akademik dan akan dirahasiakan. Atas segala bantuan anda semua kami ucapkan banyak terima kasih.

Hormat kami,

Mahasiswa peserta tugas akhir jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII :

1. Taufik Hidayat No. Mhs : 95 310 250
2. Muhammad Syarof No. Mhs : 95 310 312

BERILAH URUTAN/RANKING PERTANYAAN DARI YANG TERPENTING [1] HINGGA TIDAK
PENTING [10] DENGAN ANGGARAN 100. TITIK AK RANGKING DI SEBELAH KIRI PERTANYAAN.
2. REVISI
3. REVISI
4. BERILAH NILAI TERSEBUT DIATAS.
[4] = UNTUK RANGKING 1
[3.5] = UNTUK RANGKING 2
[3] = UNTUK RANGKING 3
[2.5] = UNTUK RANGKING 4
[2] = UNTUK RANGKING 5
[1.5] = UNTUK RANGKING 6
[1] = UNTUK RANGKING 7
[1] = UNTUK RANGKING 8
[1] = UNTUK RANGKING 9
[1] = UNTUK RANGKING 10

KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR

KAMI SELAKU MAHASISWA PESERTA TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK SIPIL UJI MENGHARAPKAN PARTISIPASI PARA KONTRAKTOR & KONSULTAN KONSTRUKSI PERUMAHAN SERTA DOSEN & MAHASISWA UJI UNTUK MENGIKUI KUISIONER INI DENGAN LENGKAP DAN BENAR DEMI KEPENTINGAN PENELITIAN MENGENAI ANALISIS NILAI PADA PEKERJAAN ATAP [KUDA-KUDA & PENUTUP ATAP] PERUMAHAN TIPE 70.

PETUNJUK PENGISIAN:

- KUISIONER INI HANYA DIBAGIKAN KEPADA PARTISIPAN YANG TERSEBUT DIATAS.
- BERILAH URUTAN/RANGKING PERTANYAAN DARI YANG TERPENTING [1] HINGGA TIDAK PENTING [10] DENGAN ANGKA PADA KOTAK RANGKING DI SEBELAH KIRI PERTANYAAN.
- BERILAH NILAI PADA KOLOM-KOLOM SEBELAH KANAN PERTANYAAN DENGAN ANGKA:
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 1
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 6
 - [3,5] = UNTUK RANGKING 2
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 7
 - [3,5] = UNTUK RANGKING 3
 - [1] = UNTUK RANGKING 8
 - [3,5] = UNTUK RANGKING 4
 - [1] = UNTUK RANGKING 9
 - [2,5] = UNTUK RANGKING 5
 - [1] = UNTUK RANGKING 10
- BERILAH NILAI TERSEBUT DENGAN TANDA (+) UNTUK KEUNTUNGAN & TANDA (-) UNTUK KERUGIAN DARI DAFTAR PERTANYAAN DIBAWAH INI LALU JUMLAHKAN NILAI TERSEBUT TIAP KOLOMNYA.

STEMPEL & TANDA TANGAN:

NAMA: *Ir. Balgo Umar, MSc*
 JENIS KELAMIN: P. PRIA
 W. WANITA

PEKERJAAN:

- D. DOSEN UJI
- E. MAHASISWA UJI
- F. KONSULTAN & KONTRAKTOR

NO	RANGKING/URUTAN KE.:	PERTANYAAN		ATAP SIRAP	ATAP BAMBUI	ETERNIT GELB.	SENG GELB.	GENTENG BIASA
		PERUTUP ATAP	TERHADAP:					
1.	4	BIAYA PROYEK?	AWAL	-	-	+	-	+
2.	7	WAKTU PELAKSANAAN?		-	-	+	+	+
3.	6	DAYA BAHAN?	DUKUNG	-	-	+	+	+
4.	8	BIAYA PEMELIHARAAN?		-	-	+	+	+
5.	5	KEMUDAHAN PELAKSANAAN?		-	-	+	+	+
6.	3	TEKNOLOGI PELAKSANAAN?		-	+	+	+	+
7.	1	KEMUNGKINAN DITERAPKAN?		+	-	+	+	+
8.	2	SARANA PROYEK? KERJA PABRIKASI?		+	+	+	+	+
9.	9	LAIN-LAIN? [DISISI]		+	-	+	+	+
10.								
TOTAL NILAI								

KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR

KAMI SELAKU MAHASISWA PESERTA TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK SIPIL UJI MENGHARAPKAN PARTISIPASI PARA KONTRAKTOR & KONSULTAN KONSTRUKSI PERUMAHAN SERTA DOSEN & MAHASISWA UJI UNTUK MENGIKUI KUISIONER INI DENGAN LENGKAP DAN BENAR DEMI KEPENTINGAN PENELITIAN MENGENAI ANALISIS NILAI PADA PEKERJAAN ATAP [KUDA-KUDA & PENUTUP ATAP] PERUMAHAN TIPE 70.

PETUNJUK PENGISIAN:

- KUISIONER INI HANYA DIBAGIKAN KEPADA PARTISIPAN YANG TERSEBUT DIATAS.
- BERILAH URUTAN/RANGKING PERTANYAAN DARI YANG TERPENTING [1] HINGGA TIDAK PENTING [10] DENGAN ANGKA PADA KOTAK RANGKING DI SEBELAH KIRI PERTANYAAN.
- BERILAH NILAI PADA KOLOM-KOLOM SEBELAH KANAN PERTANYAAN DENGAN ANGKA:
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 1
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 6
 - [3,5] = UNTUK RANGKING 2
 - [1,5] = UNTUK RANGKING 7
 - [3,5] = UNTUK RANGKING 3
 - [1] = UNTUK RANGKING 8
 - [2,5] = UNTUK RANGKING 4
 - [1] = UNTUK RANGKING 9
 - [2,5] = UNTUK RANGKING 5
 - [1] = UNTUK RANGKING 10
- BERILAH NILAI TERSEBUT DENGAN TANDA (+) UNTUK KEUNTUNGAN & TANDA (-) UNTUK KERUGIAN DARI DAFTAR PERTANYAAN DIBAWAH INI LALU JUMLAHKAN NILAI TERSEBUT TIAP KOLOMNYA.

STEMPEL & TANDA TANGAN:

NAMA: *Ir. Balgo Umar, MSc*
 JENIS KELAMIN: P. PRIA
 W. WANITA

PEKERJAAN:

- A. DOSEN UJI
- B. MAHASISWA UJI
- C. KONSULTAN & KONTRAKTOR

NO	RANGKING/URUTAN KE.:	PERTANYAAN		BETON BER-TULANG	BAJA PROFIL	BAMBU PETUNG	KAYU KELAPA /GLUGU	GUNUNGAN BATU BATA MERAH
		KUDA-KUDA	TERHADAP:					
1.	4	BIAYA PROYEK?	AWAL	+	-	+	+	+
2.	7	WAKTU PELAKSANAAN?		+	+	+	+	+
3.	6	DAYA BAHAN?	DUKUNG	+	+	-	+	+
4.	8	BIAYA PEMELIHARAAN?		+	-	-	+	+
5.	5	KEMUDAHAN PELAKSANAAN?		+	+	+	+	+
6.	3	TEKNOLOGI PELAKSANAAN?		+	+	-	+	+
7.	1	KEMUNGKINAN DITERAPKAN?		+	-	-	+	+
8.	2	SARANA PROYEK? KERJA PABRIKASI?		+	-	+	+	+
9.	9	LAIN-LAIN? [DISISI]		-	+	+	+	+
10.								
TOTAL NILAI								